



## **TUGAS AKHIR - TE145561**

### **PERANCANGAN SISTEM OTOMASI PROSES PEMBUATAN SOFTENER DIKENDALIKAN DENGAN MIKROKONTROLER**

Abdur Robbi Fath  
NRP 2211 030 077  
Dimas Agil Putra  
NRP 2211 030 085

Dosen Pembimbing  
Ir. Rushdhianto Effendie. AK., MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

## **TUGAS AKHIR - TE145561**

### **PERANCANGAN SISTEM OTOMASI PROSES PEMBUATAN SOFTENER DIKENDALIKAN DENGAN MIKROKONTROLER**

Abdur Robbi Fath  
NRP 2211 030 077  
Dimas Agil Putra  
NRP 2211 030 085

Dosen Pembimbing  
Ir. Rushdhianto Effendie. AK., MT.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



***FINAL PROJECT - TE145561***

***AUTOMATION SYSTEM DESIGN OF THE SOFTENER CREATION'S PROCESS  
CONTROLLED BY USING A MICROCONTROLLER***

Abdur Robbi Fath  
NRP 2211 030 077  
Dimas Agil Putra  
NRP 2211 030 085

*Counsellor*  
Ir. Rushdhianto Effendie. AK., MT.

*Electrical Engineering D3 Program  
Industrial Technology Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015*



***FINAL PROJECT - TE0145561***

***AUTOMATION SYSTEM DESIGN OF THE SOFTENER CREATION'S PROCESS  
CONTROLLED BY USING A MICROCONTROLLER***

Abdur Robbi Fath  
NRP 2211 030 077  
Dimas Agil Putra  
NRP 2211 030 085

*Counsellor*  
Ir. Rushdhianto Effendie. AK., MT.

*Electrical Engineering D3 Program  
Industrial Technology Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015*

**PERANCANGAN SISTEM OTOMASI PROSES PEMBUATAN  
SOFTENER DIKENDALIKAN DENGAN  
MIKROKONTROLER**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada**

**Bidang Studi Komputer Kontrol  
Program Studi D3 Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :  
Dosen Pembimbing,**



**Ir. Rusdhianto Effendie, AK., MT.**  
**NIP. 19570424 198502 1001**

**SURABAYA  
JANUARI, 2015**

## PERANCANGAN SISTEM OTOMASI PROSES PEMBUATAN *SOFTENER* DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

Nama Mahasiswa 1	: Abdur Robbi Fath
NRP	: 2211030077
Nama Mahasiswa 2	: Dimas Agil Putra
NRP	: 2211030085
Dosen Pembimbing	: Ir. Rushdhianto Effendi. AK., MT.
NIP	: 19570424 198502 1 001

### ABSTRAK

Proses pembuatan *softener* pada perusahaan dan *home industry* pada umumnya masih menggunakan peralatan – peralatan yang bekerja secara manual. Proses – proses seperti pengisian bahan, pencampuran bahan, dan pengadukan bahan dilakukan dengan campur tangan manusia. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat bekerja secara otomatis agar lebih efektif dan efisien.

Sistem otomasi proses pembuatan *softener* merupakan suatu proses *batch* yang berupa pengendalian level air, pengendalian temperatur, penyulangan bahan baku, dan pengendalian waktu putaran motor dengan baling – baling. Sistem ini menggunakan mikrokontroler *ATMega 16* sebagai pusat kendalinya. Sistem ini juga dilengkapi dengan *water level control* untuk membantu pengendalian air dan sensor suhu IC LM 35 untuk membantu pengendalian temperatur. Pada tangki dengan pengaduk digunakan motor DC yang berfungsi untuk memutar pengaduk yang ada pada tangki. Untuk otomasi penyulangan bahan baku yang berupa *supersoft*, *methanol*, *fixative*, pewangi, dan air akan digunakan *solenoid* pada setiap wadah bahan baku tersebut.

Dari hasil pengujian data yang dilakukan, didapat bahwa wadah bahan masih belum memungkinkan untuk diisi dengan bahan padat atau kental. Takaran bahan seperti *methanol*, *fixative*, dan pewangi masih ditakar secara manual.

**Kata kunci :** *Water Level Control*, Mikrokontroler *ATMega 16*, IC LM 35, dan *Solenoid*





## ***AUTOMATIC MIXER MIXING CAKE BATTER INGREDIENTS IS CONTROLLED BY USING A MICROCONTROLLER***

*Name of Student 1 : Abdur Robbi Fath*  
*Number of Registration : 2211030077*  
*Name of Student 2 : Dimas Agil Putra*  
*Number of Registration : 2211030085*  
*Consultive Lecturer : Ir. Rushdhianto Effendi. AK., MT.*  
*ID : 19570424 198502 1 001*

### ***ABSTRACT***

*The process of making softener on companies and home industry in general still use equipment that works manually. Processes such as filling materials, mixing ingredients, and stirring the material carried by human intervention. Therefore we need a system that can work automatically, because it is more effective and efficient.*

*Softener making process automation system is a batch process in the form of water level control, temperature control, pouring raw materials, and time control motor with propeller. This system uses a microcontroller ATMEGA 16 as a control center. The system is also equipped with a water level control to help control water and temperature sensor IC LM 35 to help control the temperature. In the tank with stirrer, DC motors are used to rotate the agitator that in the tank. For the automation pouring raw materials such as supersoft, methanol, fixative, fragrance, and the water will be used solenoid on each container of raw materials.*

*From the results of the test data, it is observed that the container material does not yet possible to be filled with solid or viscous material. Dosing of materials such as methanol, fixative, and fragrances are still mixed in manually.*

***Keywords: Water Level Control, Microcontroller ATmega 16, IC LM 35, and Solenoid.***





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul :

**“ PERANCANGAN SISTEM OTOMASI PROSES PEMBUATAN  
SOFTENER DENGAN MENGGUNAKAN  
MIKROKONTROLER “**

Dengan penyusunan tugas akhir ini penyusun tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu. Ucapan terima kasih ini kami sampaikan kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmatNya dalam pembuatan tugas akhir ini.
  2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan penuh dan teladan bagi penulis.
  3. Bapak Ir. Rushdhianto Effendi. AK., MT. selaku Dosen Pembimbing kami, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
  4. Partner tugas akhir yang paling menginspirasi dalam memberikan dukungan, ilmu, serta semangat yang tiada henti-hentinya.
  5. Teman – teman 2011 atas semangat dan kerjasamanya.
- Akhir kata semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 19 Desember 2014

Penulis



## DAFTAR ISI

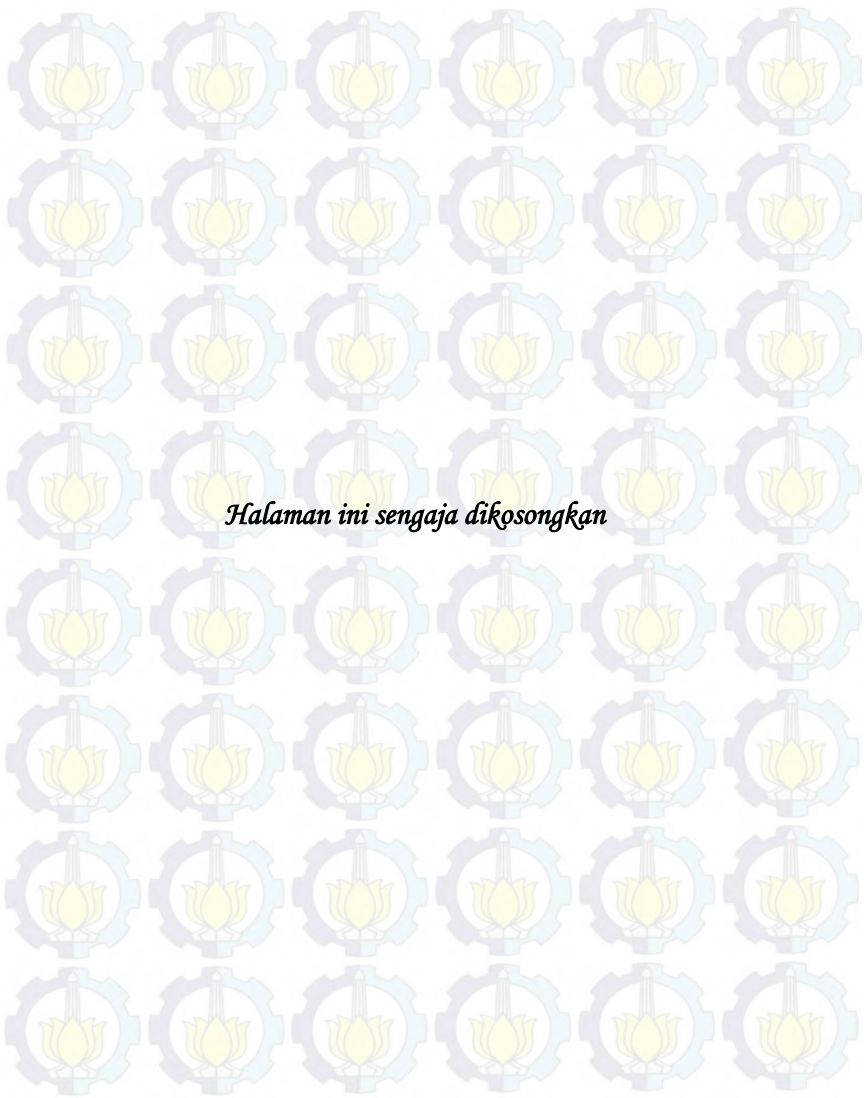
<b>JUDUL</b> .....	i
<b>PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
1.6 Relevansi .....	3
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b> .....	5
2.1 Mikrokontroler <i>ATmega 16</i> .....	5
2.2 IC LM 35 .....	7
2.3 Motor DC 24 V .....	9
2.4 <i>Push Button</i> .....	11
2.5 <i>Relay</i> .....	13
2.6 <i>Heater</i> .....	14
2.7 <i>Solenoid</i> .....	15
2.8 <i>Solenoid Valve</i> .....	15
<b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b> .....	17
3.1 Perancangan Perangkat Mekanik .....	18
3.2 Perancangan Elektrik .....	19
3.2.1 Cara Kerja Sistem .....	19
3.2.2 Perancangan Rangkaian <i>power supply</i> .....	20
3.2.3 Sistem Minimum Mikrokontroler <i>Atmega 16</i> .....	21
3.2.4 <i>Liquid Cristal Display</i> .....	23
3.2.5 Perancangan Rangkaian <i>Water Level Control</i> .....	24
3.2.6 Perancangan Rangkaian <i>DriverRelay</i> .....	24
3.2.7 Perancangan IC LM 35 .....	25



3.3 Perancangan <i>Software</i> .....	25
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA</b> .....	29
4.1 Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	29
4.2 Pengujian Mikrokontroler <i>ATmega 16</i> .....	29
4.3 Pengujian Motor DC 12 V.....	30
4.4 Pengujian <i>Solenoid</i> .....	31
4.5 Pengujian IC LM 35.....	31
4.6 Pengujian Keseluruhan.....	32
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	37
<b>LAMPIRAN A</b> <i>Listing Program</i> .....	A-1
<b>LAMPIRAN B</b> <i>Datasheet</i> .....	B-1
<b>LAMPIRAN C</b> <i>Bentuk Alat</i> .....	C-1
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS</b> .....	D-1

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b>	Pengukuran Tegangan <i>Power Supply</i> .....	29
<b>Tabel 4.2</b>	Pengukuran Tegangan Pada <i>Port</i> Mikrokontroler .....	30
<b>Tabel 4.3</b>	Pengujian Tegangan Motor DC 24 V .....	31
<b>Tabel 4.4</b>	Pengukuran Tegangan <i>Solenoid</i> .....	31
<b>Tabel 4.5</b>	Pengujian Cara Kerja IC LM 35 .....	31
<b>Tabel 4.6</b>	Tabel Data Hasil Pengujian Keseluruhan .....	33





## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Mikrokontroler <i>ATmega 16</i> .....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Bentuk Fisik IC LM 35 .....	8
<b>Gambar 2.3</b>	Motor DC 24 V .....	9
<b>Gambar 2.4</b>	Struktur <i>Push Button</i> 4 kaki.....	11
<b>Gambar 2.5</b>	Tampilan Fisik <i>Push Button</i> .....	12
<b>Gambar 2.6</b>	<i>Relay</i> 12V DC.....	13
<b>Gambar 2.7</b>	<i>Heater</i> .....	14
<b>Gambar 2.8</b>	<i>Solenoid</i> .....	15
<b>Gambar 2.9</b>	<i>Solenoid Valve</i> .....	16
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alat Secara Keseluruhan.....	17
<b>Gambar 3.2</b>	Tampilan Suntik dan Kawat.....	18
<b>Gambar 3.3</b>	Bentuk Fisik Suntik dengan <i>Solenoid</i> .....	18
<b>Gambar 3.4</b>	Tampilan Mekanik Motor .....	19
<b>Gambar 3.5</b>	Komponen dan Kinerja Sistem .....	19
<b>Gambar 3.6</b>	Blok Diagram <i>Power Supply</i> .....	20
<b>Gambar 3.7</b>	Skematik <i>Power Supply</i> 5, 12 dan 24 Volt.....	21
<b>Gambar 3.8</b>	Tampilan Fisik Sistem Minimum Mikrokontroler ....	22
<b>Gambar 3.9</b>	Koneksi LCD .....	23
<b>Gambar 3.10</b>	Rangkaian <i>Water Level Control</i> .....	24
<b>Gambar 3.11</b>	Rangkaian <i>Driver relay</i> .....	25
<b>Gambar 3.12</b>	Fungsional IC LM 35 .....	25
<b>Gambar 3.13</b>	<i>Flowchart</i> Proses Kerja Alat.....	26
<b>Gambar 4.1</b>	Bentuk Alat Keseluruhan.....	32



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Winoto, Ardi, *Mikrokontroler AVR ATmega 8/31/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*, Informatika: Bandung, 2008.
- [2] ....., *Sensor Suhu IC LM 35*, URL: <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-tranducer/sensor-suhu-ic-lm35/>, 24 Desember 2014.
- [3] ....., *Prinsip Kerja Motor DC*, URL: <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/prinsip-kerja-motor-dc/>, 4 September 2014.
- [4] ....., *Push Button*, URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Push-button/>, 1 September 2014.
- [5] ....., *Prinsip Kerja Relay beserta Fungsi dan Simbolnya*, URL: <http://www.produksielektronik.com/2013/10/cara-prinsip-kerja-relay-fungsi-simbol-relay/>, 7 Desember 2014.
- [6] ....., *Water Heating*, URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_heating/](http://en.wikipedia.org/wiki/Water_heating/), 7 Desember 2012.
- [7] ....., *Solenoid*, URL: [http:// en.wikipedia.org/wiki/Solenoid/](http://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid/), 18 Juli 2012
- [8] ....., *Cara Kerja Solenoid Valve*, URL: <http://www.kitomaindonesia.com/article/19/cara-kerja-solenoid-valve/>, 6 Juli 2012





## RIWAYAT HIDUP PENULIS



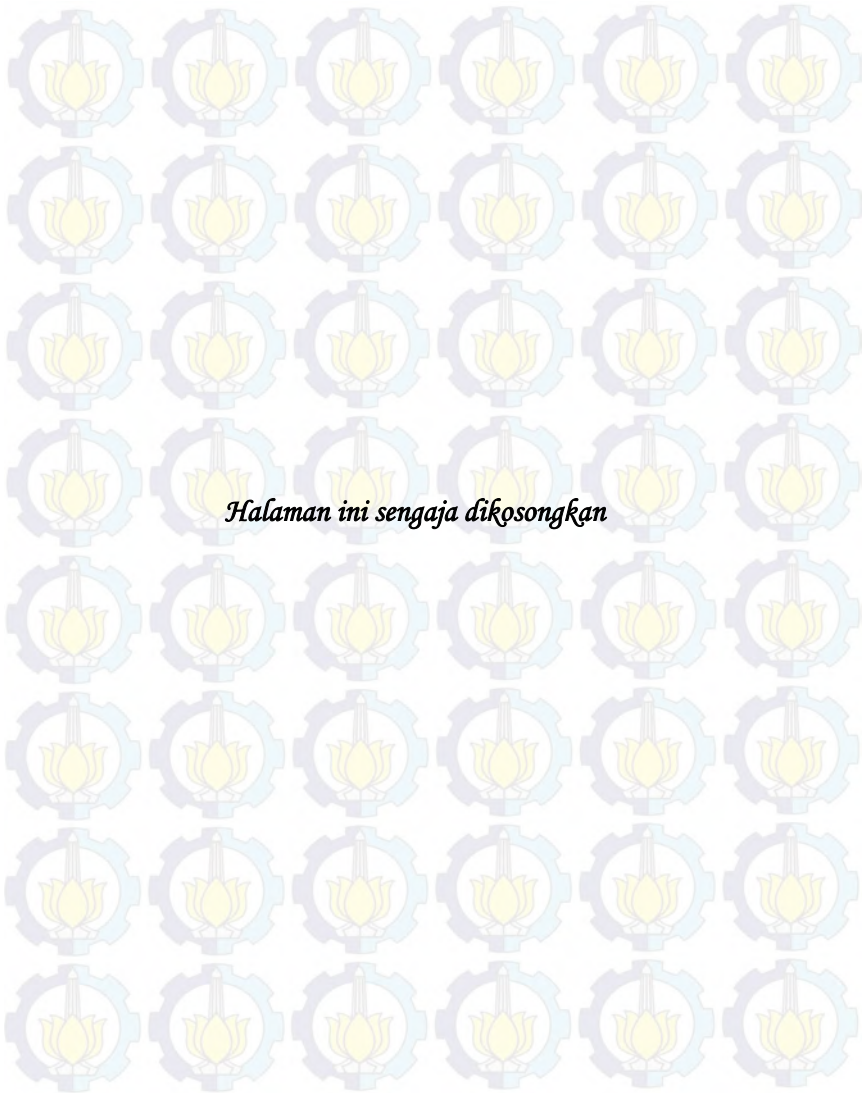
Nama : Dimas Agil Putra  
TTL : Surabaya, 14 Oktober 1992  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Alamat Rumah : Perum YKP RL 5G/16, Surabaya  
Telp/HP : 085645435928  
E-mail : agielcobain@yahoo.com  
Hobi : Sepak bola

### RIWAYAT PENDIDIKAN

- 1999 – 2005 : SD Muhammadiyah 4 Surabaya
- 2005 – 2008 : SMPN 1 Surabaya
- 2008 – 2011 : SMAN 16 Surabaya
- 2011 – sekarang : Bidang Studi Komputer Kontrol, Program D3 Teknik Elektro, FTI-ITS

### PENGALAMAN KERJA

Kerja Praktek di PT. Angkasa Pura I (Persero), Surabaya (Januari – Februari 2014).



## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Abdur Robbi Fath  
TTL : Mojokerto, 06 mei 1992  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Alamat Rumah : Jl. Abdul Karim No. 56 Surabaya  
Telp/HP : 085645101088  
E-mail : robbi2211030077@gmail.com  
Hobi : Senam

### RIWAYAT PENDIDIKAN

- 1998 – 2004 : SD Al - Muslim Sidoarjo
- 2004 – 2007 : SMPN 35 Surabaya
- 2007 – 2010 : SMK Al - Islah Surabaya
- 2011 – sekarang : Bidang Studi Komputer Kontrol, Program D3 Teknik Elektro, FTI-ITS

### PENGALAMAN KERJA

- Kerja Praktek di PT. Angkasa Pura I, Surabaya (Januari - Februari 2014)

### PENGALAMAN ORGANISASI

- Staf Koordinator dewan perwakilan mahasiswa Jurusan D3 Teknik Elektro, FTI-ITS 2013 – 2014





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam era perkembangan jaman, khususnya dalam bidang industri pembuatan *softener* menuntut diperlukannya suatu alat yang dapat membuat *softener* secara otomatis. Dengan menggunakan alat tersebut dapat meningkatkan jumlah produktivitas dan dapat mengurangi penggunaan tenaga kerja manusia. Oleh karena itu, penulis menyusun dan merancang tugas akhir ini dengan judul Perancangan Sistem Otomasi Proses Pembuatan *Softener* Dikendalikan dengan Mikrokontroler *ATMega 16*. Bahan baku yang digunakan untuk membuat *softener* adalah air, *supersoft*, *fixative*, *methanol*, dan pewangi.

Perbedaan pembuatan *softener* dengan cara manual dan dengan cara otomatis adalah sebagai berikut: jika dengan cara manual, pemanasan bahan yang digunakan dalam pembuatan masih menggunakan pemanas konvensional, penuangan bahan ke dalam pengaduk dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia, pengaduknya menggunakan mesin yang dioperasikan secara manual. Sedangkan pembuatan *softener* secara otomatis, pemanasan bahan yang digunakan dalam pembuatan *softener* memakai pemanas yang diberi *set point*, penuangan bahan ke dalam wadah berpengaduk menggunakan *solenoid* dan *solenoid valve*, dan pengaduknya menggunakan motor yang terhubung dengan baling – baling yang beroperasi secara otomatis. Sistem tersebut menggunakan mikrokontroler *ATMega 16* sebagai pengontrolnya.

Untuk kepentingan industri pembuatan *softener*, peralatan ini akan sangat bermanfaat. Dengan adanya alat tersebut jumlah produktivitas meningkat dan dapat diselesaikan dengan cepat tanpa mengurangi kualitas *softener*.

### 1.2 Permasalahan

Melihat latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan antara lain :

1. Pembuatan *softener* secara manual masih membutuhkan waktu 40 menit.
2. Hasil produksi yang sedikit karena pembuatan masih secara manual.

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mempermudah pengguna untuk bisa memproduksi *softener*.
2. Meningkatkan hasil produksi agar pengguna mendapat keuntungan lebih dalam hal materi.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari Sistem Otomasi Proses Pembuatan *Softener* Dikendalikan dengan Mikrokontroler *ATMega 16* adalah :

1. Takaran bahan masih dimasukkan secara manual.
2. Tidak dapat mencampur semua bahan karena keterbatasan wadah.
3. Komposisi *softener* tidak lengkap.
4. Kepresisian wadah bahan belum mencapai 100%

### 1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan buku tugas akhir ini, pembahasan mengenai sistem alat yang dibuat disusun dengan sistematika sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN membahas tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan serta relevansi yang digunakan dalam tugas akhir yang dibuat.
2. BAB II TEORI PENUNJANG menjelaskan dasar teori yang berisi tentang konsep yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan serta pembuatan alat yang dibuat.
3. BAB III PERANCANGAN SISTEM dalam bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri atas rangkaian elektronika, desain mekanik serta perangkat lunak (*software*) yang terdiri atas program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.
4. BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM membahas tentang pengujian alat dan analisa data yang didapat dalam pengujian alat.
5. BAB V PENUTUP berisi tentang kesimpulan alat dari tugas akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini selanjutnya.

### 1.6 Relevansi

Hasil yang diperoleh dari pembuatan alat tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu memudahkan pengusaha laundry dalam menjalankan bisnis karena menggunakan *softener* buatan sendiri yang lebih murah harganya. Selain itu juga sebagai inovasi teknologi dalam otomasi pembuatan sabun *softener*.





## BAB II

### TEORI PENUNJANG

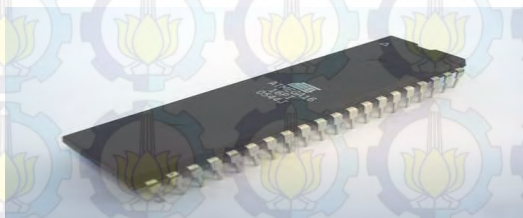
Pembuatan *softener* pada alat ini meliputi *supersoft* (200-300 gram), parfum (6-12 cc), *fixative* (6 cc), *methanol* (secukupnya), dan air (700-800 cc). Proses pembuatannya yaitu dengan melarutkan *supersoft* dengan air hangat dan kemudian dipanaskan lagi hingga mencapai suhu 70°C. Setelah panas, baru mencampur bahan lain yaitu *fixative*, *methanol*, dan parfum yang kemudian diaduk hingga merata. Sementara itu peralatan yang digunakan dalam sistem ini yaitu *ATmega 16* seperti mikrokontroler *ATmega 16*, IC LM 35, Motor DC 24 V, *Push button*, *relay*, *heater*, *solenoid* dan *solenoid valve*.

#### 2.1 Mikrokontroler *ATmega 16*

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga *AT90Sxx*, *ATmega* dan *ATtiny*. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fiturnya.

Contoh Mikrokontroler *ATmega 16* yang umum digunakan, gambar 2.1 merupakan tampilan fisik mikrokontroler *ATmega 16*.



**Gambar 2.1** Mikrokontroler *ATmega 16*.<sup>[1]</sup>

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). ATmega16 memiliki 8 pena (*pin*) untuk masing-masing bandar A (*Port A*), bandar B (*Port B*), bandar C (*Port C*), dan bandar D (*Port D*). Macam – macam pena (*pin*) mikrokontroler ATmega 16 adalah sebagai berikut :

1. VCC (*Power Supply*) dan GND(*Ground*).
2. Bandar A berfungsi sebagai *input* analog pada konverter A/D. Bandar A juga sebagai suatu bandar I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan. Pena - pena Bandar dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Bandar A *output* buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pena PA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara eksternal ditarik rendah, pena-pena akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Pena Bandar A adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.
3. Bandar B adalah suatu bandar I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Bandar B *output* buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai *input*, pena Bandar B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pena Bandar B adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.
4. Bandar C adalah suatu bandar I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Bandar C *output* buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai *input*, pena bandar C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pena bandar C adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.
5. Bandar D adalah suatu bandar I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Bandar D *output* buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai *input*, pena bandar D yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pena Bandar D adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.



6. RESET (*Reset input*).
7. XTAL1 (*Input Oscillator*)
8. XTAL2 (*Output Oscillator*)
9. AVCC adalah pena penyedia tegangan untuk bandar A dan Konverter A/D.
10. AREF adalah pena referensi analog untuk konverter A/D

Arsitektur *ATmega16* mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, *ATmega16* memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. *ATmega16* memiliki 16K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi *ATmega16* semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori *flash* diatur dalam 8K x 16 bit. Memori *flash* dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program *boot* dan aplikasi. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor. Mikrokontroler pada alat tugas akhir ini merupakan piranti wajib atau utama dikarenakan fungsinya sebagai pengendali kerja sistem.<sup>[1]</sup>

## 2.2 IC LM 35

IC LM 35 merupakan sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear berpadanan dengan perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10 mV /°C yang berarti bahwa kenaikan suhu 1° C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV.

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperatur ruang. Jangka sensor mulai dari – 55°C sampai dengan 150°C, IC LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indikator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus 60 m A dari supplay sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0 ° C di dalam suhu ruangan.

LM 35 ialah sensor temperatur paling banyak digunakan untuk praktek, karena selain harganya cukup murah, linearitasnya juga lumayan bagus. LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal yang menyediakan akurasi  $\pm \frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$  pada temperatur ruangan dan  $\pm \frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$  pada kisaran -55 °C to +150 °C. LM35 dimaksudkan untuk beroperasi pada -55 °C hingga +150 °C, sedangkan LM35C pada -40 °C hingga +110 °C, dan LM35D pada kisaran 0-100°C. LM35D juga tersedia pada paket 8

Sensor suhu LM35 berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang berupa suhu menjadi besaran elektrik tegangan. Sensor ini memiliki parameter bahwa setiap kenaikan  $1^{\circ}\text{C}$  tegangan keluarannya naik sebesar  $10\text{mV}$  dengan batas maksimal keluaran sensor adalah  $1,5\text{V}$  pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$ .

1. Di kalibrasi langsung dalam celsius.

- Gambar 2.3 menunjukkan sebuah IC LM 35.



8

membaca temperatur sebesar  $70^{\circ}\text{C}$  maka akan berlanjut ke proses berikutnya, yaitu motor yang akan aktif.<sup>[2]</sup>

### 2.3 Motor DC 24 V

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator dan kumparan jangkar disebut rotor. Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung atau *direct-unidirectional*. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar.

Bagian Atau Komponen Utama Motor DC.

1. Kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
2. *Current* Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
3. *Commutator*. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*). Gambar 2.3 merupakan tampilan fisik Motor DC 24 V.



**Gambar 2.3** Motor DC 24 V.<sup>[3]</sup>



Motor DC yang digunakan pada robot beroda umumnya adalah motor DC dengan magnet permanen. Motor DC jenis ini memiliki dua buah magnet permanen sehingga timbul medan magnet di antara kedua magnet tersebut. Di dalam medan magnet inilah jangkar/rotor berputar. Jangkar yang terletak di tengah motor memiliki jumlah kutub yang ganjil dan pada setiap kutubnya terdapat lilitan. Lilitan ini terhubung ke area kontak yang disebut komutator. Sikat (*brushes*) yang terhubung ke kutub positif dan negatif motor memberikan daya ke lilitan sedemikian rupa sehingga kutub yang satu akan ditolak oleh magnet permanen yang berada di dekatnya, sedangkan lilitan lain akan ditarik ke magnet permanen yang lain sehingga menyebabkan jangkar berputar. Ketika jangkar berputar, komutator mengubah lilitan yang mendapat pengaruh polaritas medan magnet sehingga jangkar akan terus berputar selama kutub positif dan negatif motor diberi daya.

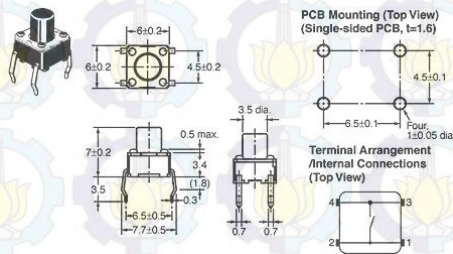
Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan *rolling mills*, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC.

Motor DC jenis ini mempunyai ciri kumparan penguat medan diseri terhadap Kumparan armatur. Kelebihan dari Motor DC jenis ini yaitu daya output yang dihasilkan besar. Sedangkan kelemahannya yaitu arus beban yang diminta sangatlah besar sesuai dengan beban yang dipikulnya jika tegangan inputnya tidak stabil maka flux magnet yang dihasilkan oleh kumparan seri tidak stabil pula sehingga daya output yang dihasilkan tidak stabil. Dalam motor DC seri, gulungan medan (*medan shunt*) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.

Motor DC 24 Volt yang digunakan pada alat ini bekerja saat sensor suhu telah mendeteksi temperatur sebesar 70°C. Motor akan berputar seiring dengan *delay* waktu yang ditentukan. Motor ini langsung terhubung dengan baling – baling pengaduk yang nantinya akan mengaduk bahan – bahan yang telah dicampur.<sup>[3]</sup>

## 2.4 Push Button

*Switch Push button* adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain (suatu sistem saklar *push button* terdiri dari saklar tekan start, *Stop reset* dan saklar tekan untuk *emergency*). *Push button* memiliki kontak NC (*Normally close*) dan NO (*Normally open*). Prinsip kerja *Push button* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop dan kontak NO akan berfungsi sebagai *start* biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri. Tombol tekan hanya akan menghubungkan dua titik atau lebih pada saat tombolnya ditekan dan pada saat tombolnya tidak ditekan maka akan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian. Gambar 2.4 merupakan salah satu atau beberapa contoh struktur dari *push button* 4 kaki.



**Gambar 2.4** Struktur *Push button* 4 Kaki. <sup>[4]</sup>

Alat ini berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan pada rangkaian listrik, ketika atau selama bagian knopnya ditekan maka alat ini akan bekerja sehingga kontak-kontaknya akan terhubung untuk jenis *Normally Open* dan akan terlepas untuk jenis *Normally Close*, dan sebaliknya ketika knopnya dilepas kembali maka kebalikan dari sebelumnya, untuk membuktikannya pada terminalnya bisa digunakan alat ukur tester atau ohm meter. Pada umumnya pemakaian terminal jenis NO digunakan untuk menghidupkan rangkaian dan terminal jenis NC digunakan untuk mematikan rangkaian, namun semuanya tergantung dari kebutuhan.

Data secara umum dapat dikatakan sebagai segala sesuatu yang dapat dikumpulkan. Tentu saja hal ini akan membuat segala sesuatu di

dunia ini menjadi data, dan masing masing dapat dikumpulkan menurut jenisnya. Segala bentuk catatan mengenai data-data tersebut sebenarnya dapat dianggap sebagai *database* (tempat kumpulan data-data). Biasanya catatan dari data-data tersebut dilakukan dengan relatif sederhana dan dilakukan dengan cara manual (dicatat di atas lembaran-lembaran kertas, atau paling tidak diketik menggunakan program aplikasi tertentu). Setelah data-data tersebut dikumpulkan, biasanya diperlukan untuk pembuatan laporan, pengambilan keputusan atau segala sesuatu bentuk pengolahan yang berhubungan dengan data tersebut ingin dikelolanya.

Saklar *push ON* merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika. Salah satu jenis saklar adalah saklar *push ON* yaitu saklar yang hanya akan menghubungkan dua titik atau lebih pada saat tombolnya ditekan dan pada saat tombolnya tidak ditekan maka akan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika. Gambar 2.5 tampilan fisik *Push button* kaki 4.



**Gambar 2.5** Tampilan Fisik *Push button*.<sup>[4]</sup>

Seperti telah diketahui, alat ini sangat banyak digunakan dalam sebuah operation panel bisa terdapat beberapa *Push button* tergantung dari keperluan, alat ini juga memiliki kode warna pada bagian knopnya untuk membedakan fungsi dari masing – masing alat, seperti warna merah digunakan untuk tombol berhenti atau *stop*, lalu warna hitam atau hijau digunakan untuk tombol jalan atau *start* kemudian warna kuning digunakan untuk tombol *reset* atau alarm *stop*, ada beberapa contoh penggunaan *push button* seperti :

1. untuk menjalankan motor atau pompa, menjalankan conveyor



2. menghidupkan lampu
3. mereset alarm
4. menyalakan bel
5. menghidupkan *cylinder*

Penggunaan *push button* pada alat ini yaitu sebagai pemulai dan pemberhenti kerja alat. Terdapat 2 tombol *push button*, yang pertama adalah tombol *start* dan yang kedua adalah tombol *reset*. Jika tombol *start* ditekan maka alat akan mulai bekerja dan jika tombol *reset* ditekan maka alat akan berhenti bekerja atau akan kembali ke keadaan awal sebelum tombol *start* ditekan.<sup>[4]</sup>

## 2.5 Relay

*Relay* merupakan komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan tuas saklar dengan belitan kawat pada batang besi (*Solenoid*) didekatnya. Karena kemampuannya dalam mengontrol keluaran rangkaian daya tinggi daripada masukan rangkaian maka dapat dianggap sebagai perasa *Amplifier* elektrik.

*Relay* biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 Ampere AC 220 Volt AC) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0,1 Ampere 12 Volt DC). Dalam pemakaiannya biasanya *relay* digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di-paralel dengan belitannya dan dipasang terbalik merupakan *anoda* pada tegangan (-) dan *katoda* pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat *relay* berganti posisi dari *ON* ke *OFF* agar tidak merusak komponen di sekitarnya. Bentuk fisik *relay* secara umum ditunjukkan pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Relay 12 Volt DC.<sup>[5]</sup>



Penggunaan *relay* perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan *relay* men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada fisik *relay*. Misalnya *relay* 12 Volt DC/4 A 220 Volt AC, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya merupakan 12 Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 Ampere pada tegangan 220 Volt AC. Sebaiknya *relay* difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. *Relay* jenis lain ada yang namanya *reedswitch* atau *relay* lidi. *Relay* jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililit kawat. Pada saat belitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang *ON*. Ketika arus pada belitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (*OFF*). Terdapat 7 *relay* pada alat tugas akhir ini. Masing – masing *relay* tersebut terhubung dengan pompa, *solenoid valve*, *heater*, motor, dan 2 *solenoid*.<sup>[5]</sup>

## 2.6 Heater

Sesuai namanya, *water heater* listrik menggunakan listrik sebagai sumber energi pemanasnya. *Water heater* listrik yang tersedia di pasaran terbagi menjadi 2 macam, sistem tangki dan instan. Cara kerja *heater* adalah menggunakan prinsip termodinamika biasa, yaitu menggunakan panas kemudian dialirkan ke wilayah bertemperatur rendah agar menjadi lebih hangat. Perpindahan panas tersebut terjadi secara spontan, yang kita butuhkan hanyalah panas untuk dipindahkan ke temperatur yang lebih tinggi. *Heater* pada alat ini akan aktif ketika air telah mencapai batas dari *water level control* dan akan mati ketika sensor suhu telah membaca temperatur sebesar 70 ° C. Gambar 2.7 dibawah merupakan bentuk fisik *heater*.<sup>[6]</sup>



**Gambar 2.7 Heater.**<sup>[6]</sup>

## 2.7 Solenoid

*Solenoid* adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau linier. *Solenoid* yang paling umum biasanya menggunakan medan magnet yang dibuat dari arus listrik yang ditrigger sebagai aksi kerja dorong atau tarik pada sebuah objek sebagai starter, *valve*, switch dan latches. Jenis paling sederhana dari *solenoid* mengandalkan dua aspek utama untuk fungsi *solenoid* tersebut, yaitu sebuah kawat (atau berenamel) terisolasi yang dibentuk menjadi gulungan ketat, dan batang yang terbuat dari besi atau baja. Batang besi atau baja merupakan feromagnetik, sebuah properti yang dapat berfungsi sebagai elektromagnetik saat diberi arus listrik.

Ketika diberi arus listrik, kawat yang dibentuk menjadi koil menerima arus. Medan magnet yang dihasilkan menarik besi atau batang baja dengan kuat. Batang yang dihubungkan pada sebuah pegas bergerak ke kumparan dan akan tetap pada posisinya sampai arus dihentikan, kondisi pegas saat ini menjadi tertekan. Ketika arus dimatikan, pegas kembali ke posisi semula dan menarik batang besi atau baja pada posisi awalnya. *Solenoid* di alat ini berfungsi seperti portal. *Solenoid* terhubung dengan kawat yang menutup lubang suntik. Kawat tersebut nantinya akan naik dan lubang terbuka bila *solenoid* aktif dan akan turun bila *solenoid* mati. Gambar 2.8 dibawah menunjukkan tampilan fisik *solenoid*.<sup>[7]</sup>



Gambar 2.8 Solenoid.<sup>[7]</sup>

## 2.8 Solenoid Valve

*Solenoid Valve* atau Katup listrik adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai koil sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*, lubang masukan diberi kode P, berfungsi sebagai

terminal / tempat udara masuk atau supply, lalu lubang keluaran, diberi kode A dan B, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust* diberi kode R, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* ditenagai atau bekerja.

*Solenoid valve* merupakan salah satu alat atau komponen kontrol yang salah satu kegunaannya yaitu untuk menggerakkan tabung cylinder, *Solenoid Valve* merupakan katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya yang mana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran A atau B dari Solenodi Valve akan keluar udara yang berasal dari P atau supply, pada umumnya *Solenoid valve* mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC. *Solenoid valve* di alat ini bekerja bersamaan dengan pompa air saat tombol *start* ditekan. *Solenoid valve* berguna untuk mengalirkan air ke dalam wadah pengaduk bahan. Bentuk fisik *solenoid valve* ditunjukkan gambar 2.9.<sup>[8]</sup>



**Gambar 2.9** *Solenoid Valve.*<sup>[8]</sup>



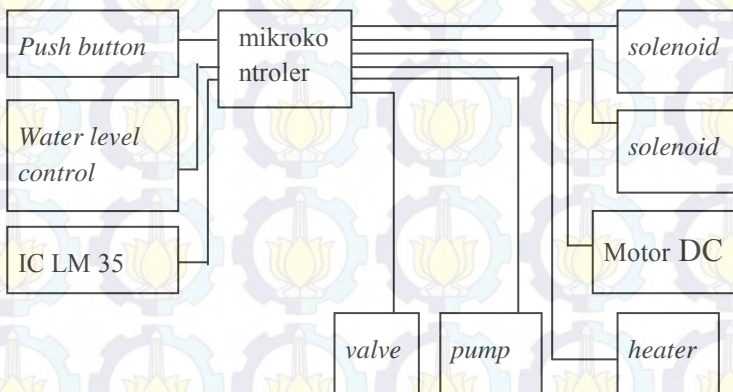
### BAB III

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas perancangan sistem yang meliputi perancangan *hardware*, *software* dan perancangan mekanik. Detail mengenai pembahasan perancangan akan dibahas pada beberapa sub bab berikut. Untuk perangkat keras meliputi :

1. Perancangan rangkaian *power supply* menggunakan *Travo 5 ampere 12 volt*
2. Perancangan rangkaian *power supply* menggunakan *Travo 3 ampere 5 dan 24 volt*
3. Perancangan rangkaian *display* dengan LCD 16x2
4. Perancangan rangkaian *water level control*
5. Perancangan rangkaian IC LM 35
6. Perancangan rangkaian *driver relay*
7. Perancangan mekanik motor DC sebagai penggerak

Sedangkan untuk perancangan *software* yang digunakan adalah program mikrokontroler AVR yang akan di-download-kan ke mikrokontroler *ATmega 16* yang digunakan untuk mengaktifkan *water level control*, *heater*, penggerak motor DC, solenoid, menampilkan pada lcd serta untuk mengaktifkan IC LM 35. Gambar 3.1 tampilan diagram alat secara keseluruhan.



**Gambar 3.1** Diagram Alat Secara Keseluruhan



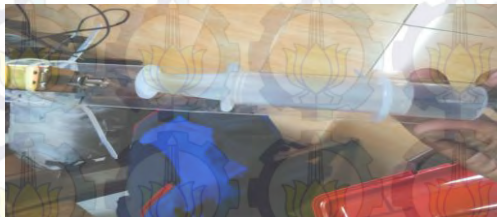
### 3.1 Perancangan Perangkat Mekanik

Perancangan perangkat mekanik ini meliputi perancangan tempat bahan tambahan pembuatan *softener* yang berbentuk suntik dimana pada tempat bahan tersebut disambungkan dengan sebuah kawat. Gambar 3.2 menunjukkan tampilan suntik dan kawat.



**Gambar 3.2** Tampilan Suntik dan Kawat

Pada tabung suntikan diberikan tambahan kawat yang terhubung dengan *solenoid*. Menggunakan 2 buah pengisi bahan untuk 2 bahan berbeda yang akan di campur sesuai waktu tertentu. Dan kawat disini berperan seperti portal yang membuka tutup lubang suntik, suntik akan disambungkan dengan sebuah kawat yang terhubung dengan *solenoid*, *solenoid* memiliki 2 kondisi, yaitu saat keadaan 1 *solenoid* akan menarik kawat dan lubang terbuka, keadaan 2 *solenoid* akan melepaskan kawat dan kawat tersebut akan menutup lubang suntik. Bentuk fisik suntik dengan *solenoid* dapat dilihat pada gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Bentuk Fisik Suntik dengan *Solenoid*

Perancangan mekanik motor DC sebagai penggerak atau pengaduk, motor DC 24V di kopel dengan *gear box* untuk mendapatkan torsi yang lebih kuat dan diberikan tambahan as terbuat dari plastik sebagai isolator untuk mengantisipasi hubungan pendek kandungan air dalam wadah. Gambar 3.4 menampilkan mekanik motor.



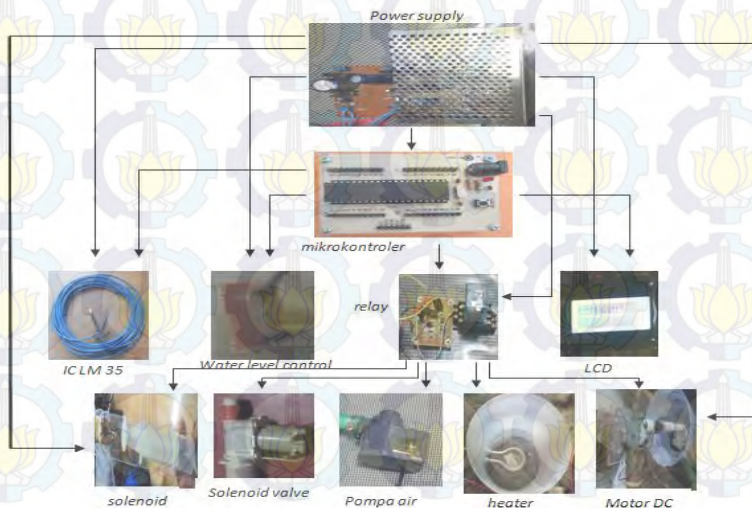
**Gambar 3.4** Tampilan Mekanik Motor

### 3.2 Perancangan Elektrik

Perancangan elektrik terdiri dari mikrokontroler *ATmega 16*, *LCD 16x2*, *driver relay*, IC *LM 35* dan *driver motor DC*. Berikut ini dijelaskan mengenai diagram fungsional proses secara keseluruhan, disertai dengan perangkat perencanaan perangkat elektrik secara keseluruhan.

#### 3.2.1 Cara Kerja Sistem

Komponen dan kinerja sistem dari sistem otomasi proses pembuatan *softener* dikendalikan dengan mikrokontroler yang terotomatisasi ditunjukkan pada gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Komponen & Kinerja Sistem

Dari Gambar tersebut sistem yang terdapat pada alat ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu :

**1. Mikrokontroler *ATmega 16***

Disini kita menggunakan sebuah mikrokontroler *ATmega 16*, mikrokontroler ini berfungsi untuk menggerakkan motor DC, mengaktifkan *water level control* dan *heater*. Selain itu juga untuk memproses inputan dari IC LM 35.

**2. LCD 16x2**

LCD berfungsi untuk menampilkan data pilihan yang diproses oleh mikrokontroler *ATmega 16*. Data yang ditampilkan dari mikrokontroler tersebut adalah keterangan dari suhu pada bahan.

**3. Driver Relay**

*Driver relay* berfungsi untuk mengaktifkan *heater*, motor DC, dan *solenoid*. Pada rangkaian tersebut terdapat 7 buah *driver relay* dimana 2 untuk *solenoid* dan masing – masing 1 untuk pompa, *heater*, *valve*, dan motor.

**4. Motor DC**

Pada alat ini motor DC digunakan sebagai pemutar baling – baling untuk mengaduk bahan, dimana motor akan berhenti pada waktu yang telah ditentukan. Motor DC yang digunakan disini menggunakan motor 24 volt.

**5. IC LM 35**

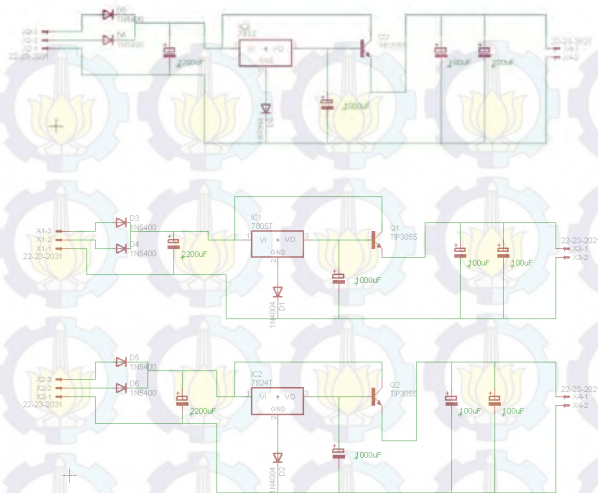
Merupakan suatu sensor yang berfungsi untuk mendeteksi temperatur. Pada perancangan alat ini IC LM 35 digunakan sebagai saklar untuk menonaktifkan *heater* ketika mencapai sebuah posisi.

### **3.2.2 Perancangan Rangkaian *Power Supply***

Rangkaian *power supply* bertujuan menyediakan tegangan DC untuk keseluruhan kebutuhan alat yang digunakan. Rangkaian *power supply* ini mengubah tegangan AC 220 Volt menjadi tegangan DC yang dibutuhkan. *Power supply* terdiri dari *transformator step down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan 220 Volt.

Rangkaian *power supply* terdiri dari beberapa komponen yaitu kapasitor, dioda, transistor *power* Tip3055 dan IC *regulator* 7805, 7812 dan 7824. Blok diagram *power supply* dilihat pada gambar 3.6 dan rangkaian *Power supply* terlihat pada gambar 3.7 dengan output 5 Volt, 12 Volt dan 24 Volt.





**Gambar 3.7** Skematik *Power Supply* 5, 12 dan 24 Volt

### 3.2.3 Sistem Minimum Mikrokontroler *ATMEGA 16*

Sistem minimum mikrokontroler adalah sistem elektronika yang terdiri dari komponen-komponen dasar yang dibutuhkan oleh suatu mikrokontroler untuk dapat berfungsi dengan baik. Pada umumnya, suatu mikrokontroler membutuhkan dua elemen (selain *power supply*) untuk berfungsi, yaitu kristal *osillator* (XTAL) dan rangkaian *reset*. Kristal osilator (XTAL) berfungsi sebagai pemompa data sementara rangkaian *reset* berguna untuk membuat mikrokontroler memulai kembali pembacaan program, hal tersebut dibutuhkan pada saat mikrokontroler mengalami gangguan dalam mengeksekusi program. Pada sistem minimum AVR khususnya *ATmega 16* terdapat elemen tambahan (*optional*), yaitu rangkaian pengendalian ADC: AGND (= GND ADC), AVCC (VCC ADC), dan AREF (= Tegangan Referensi ADC). Gambar 3.8 tampilan fisik Minimum Sistem Mikrokontroler *ATmega 16* tampak depan.





**Gambar 3.8** Tampilan Fisik Minimum Sistem Mikrokontroler

Minimum sistem ini merupakan sistem elektronika dasar untuk mikrokontroler *ATmega 16*, dimana mikrokontroler berperan sebagai pengatur seluruh aktifitas alat ini. Penggunaan *port* minimum sistem dihubungkan dengan lcd, *driver relay* sebagai keluaran dan *push button* serta IC LM 35 sebagai masukan.

Penggunaan *port* I/O minimum sistem mikrokontroler *ATmega 16* adalah sebagai berikut :

1. *PORT A.0* → Digunakan untuk mengaktifkan IC LM 35
2. *PORT B.0* → Terhubung dengan *push button*
3. *PORT B.3* → Digunakan untuk mengaktifkan *water level control*
4. *PORT C.0* → Terhubung dengan LCD
5. *PORT C.1* → Terhubung dengan LCD
6. *PORT C.2* → Terhubung dengan LCD
7. *PORT C.3* → Terhubung dengan LCD
8. *PORT C.4* → Terhubung dengan LCD
9. *PORT C.5* → Terhubung dengan LCD
10. *PORT C.6* → Terhubung dengan LCD
11. *PORT D.0* → Digunakan untuk mengaktifkan *valve*
12. *PORT D.1* → Digunakan untuk mengaktifkan pompa
13. *PORT D.2* → Digunakan untuk mengaktifkan *heater*
14. *PORT D.3* → Digunakan untuk mengaktifkan motor
15. *PORT D.4* → Digunakan untuk mengaktifkan *solenoid 1*
16. *PORT D.5* → Digunakan untuk mengaktifkan *solenoid 2*

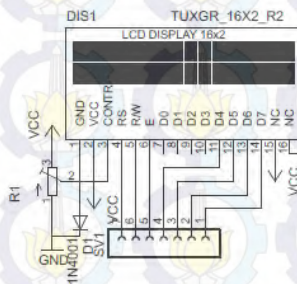
### 3.2.4 Liquid Cristal Display (LCD)

Interkoneksi LCD dengan mikrokontroler merupakan hal yang paling utama sebagai *user interface*. Karena dengan menggunakan LCD maka semua data akan muncul. Data tersebut dapat berupa karakter, huruf angka, maupun grafik sesuai dengan program yang dimasukkan. Mikrokontroler pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler internal LCD adalah:

1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada
2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrik pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM

Salah satu bentuk tampilan koneksi koneksi LCD dapat dilihat pada gambar

3.9.



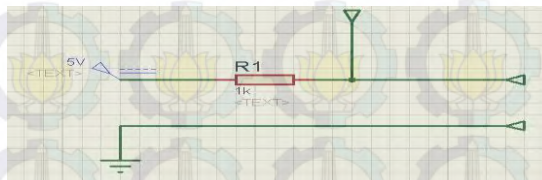
Gambar 3.9 Koneksi LCD

Dengan menggunakan LCD 16x2 sebagai *display* untuk informasi temperatur . Gambar 3.9 menunjukan LCD sebagai penampil data pada pin 2-7 dihubungkan RS, RW, E, DB4, DB5, DB7 pin VCC LCD

dihubungkan ke VCC 5Volt, VSS dihubungkan ke *ground*. VO karena hanya sebagai *backlight* jadi langsung dihubungkan ke *ground*.

### 3.2.5 Perancangan Rangkaian *Water Level Control*

*Water level control* disini berguna untuk membatasi cairan yang ada di dalam wadah agar tidak melebihi takaran yangtelah ditentukan. Selain itu juga berfungsi untuk mengaktifkan *heater*. Gambar 3.10 menunjukkan rangkaian *water level control*.



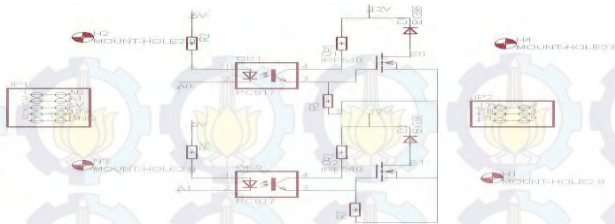
**Gambar 3.10** Rangkaian *Water Level Control*

Rangkaian *water level control* terdiri dari 2 buah *pinhead* dan sebuah *resistor*. *Pinhead* pertama dihubungkan dengan *supply* 5 volt dan *resistor* serta *input* menuju mikrokontroler. *Pinhead* kedua dihubungkan dengan *ground*. Sehingga jika *pinhead* satu dan dua terhubung oleh cairan (konduktor) maka *input* menuju mikrokontroler akan mengeluarkan logika yang berfungsi untuk *input* mikrokontroler.

### 3.2.6 Perancangan Rangkaian *Driver Relay*

Rangkaian *driver relay* digunakan untuk mengaktifkan motor DC sebagai penggerak baling – baling, *heater* untuk proses pemanasan bahan, dan juga *solenoid* pada proses penyulangan bahan. Gambar 3.11 menunjukan skematik rangkaian *driver relay*.





**Gambar 3.11** Skematik Rangkaian *Driver Relay*

Rangkaian *driver relay* disini terdiri dari 7 buah, dimana 1 buah untuk penggerak motor DC, 2 buah untuk mengaktifkan *solenoid* dan 3 buah lagi yang masing – masing untuk mengaktifkan pompa, *solenoid valve*, *heater*. Saat pin mendapatkan nilai *high* maka relay akan aktif, dengan begitu maka *plan* juga akan ikut aktif.

### 3.2.7 Perancangan IC LM 35

IC LM 35 disini berfungsi sebagai penghenti *heater* pada proses pemanasan bahan. Gambar 3.12 merupakan tampilan fungsional *limit switch*.



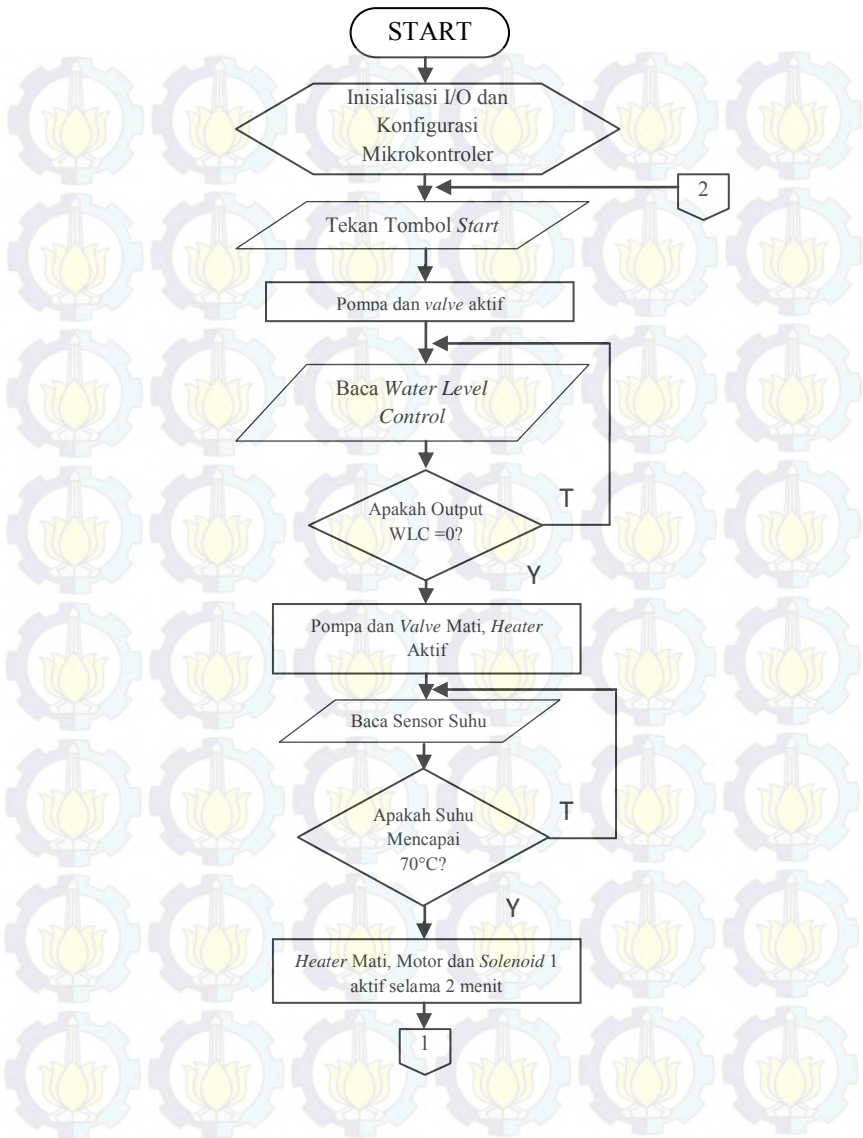
**Gambar 3.12** Fungsional IC LM 35

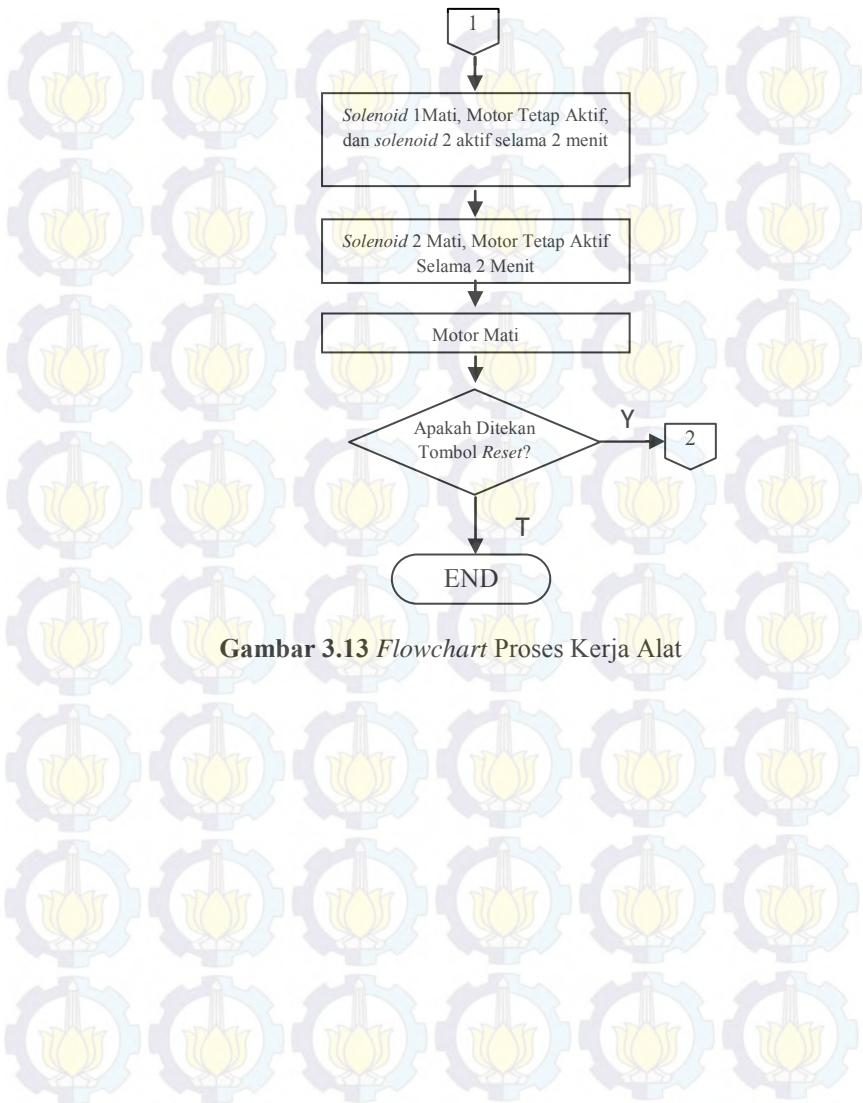
Pada tugas akhir ini digunakan 1 buah IC LM 35 yang dipasang pada sisi dalam wadah untuk mendeteksi temperatur suhu pada saat pemanasan bahan.

### 3.3 Perancangan Software

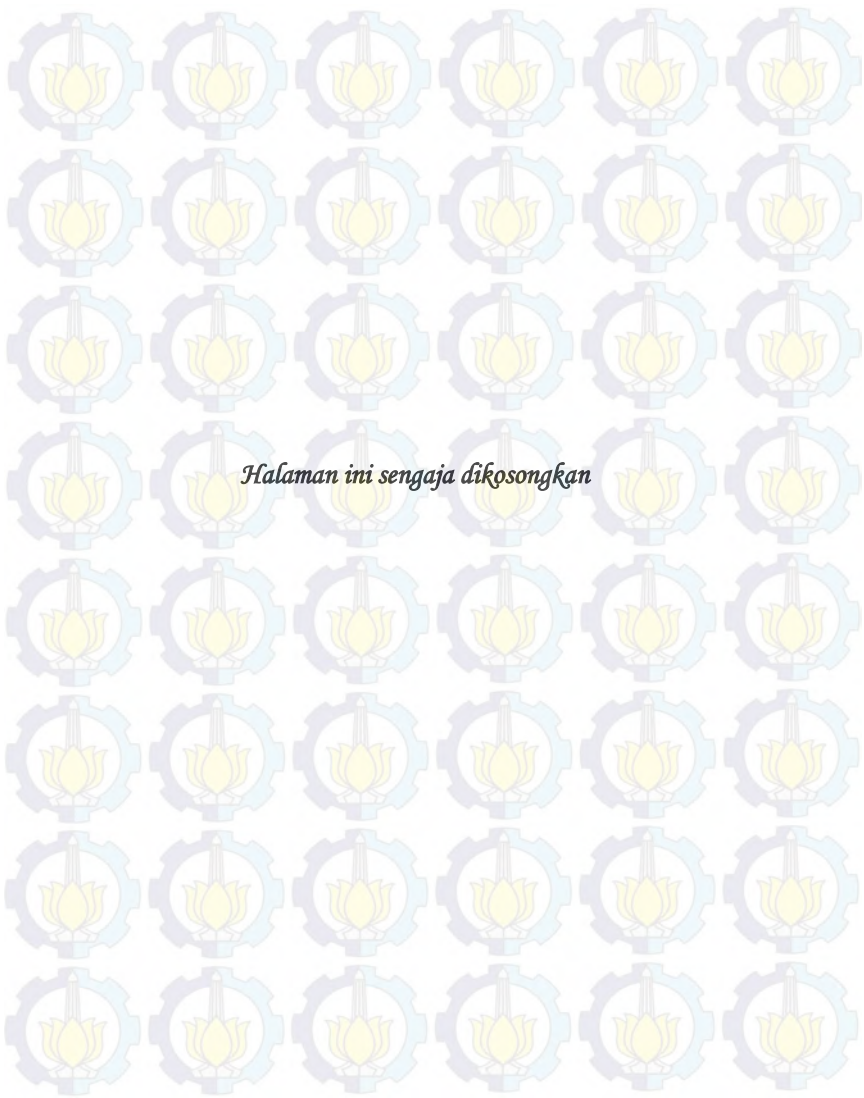
Pada konfigurasi *software* disini yaitu berisi tentang algoritma pemrograman dari sistem *dimmer* sendiri. Dalam pembuatan perangkat lunak / program dalam mikrokontroler menggunakan CodeVisionAVR C Compiler. Selanjutnya program akan disimpan dalam memori data dan memori program. *Flowchart* dari perangkat lunak merupakan alur dari jalannya sistem yang akan dibuat. *Flowchart* dari perangkat lunak alat dapat dilihat pada gambar 3.13.







**Gambar 3.13** *Flowchart* Proses Kerja Alat



## BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Untuk mengetahui apakah tujuan-tujuan dari pembuatan alat ini telah tercapai atau belum, maka perlu dilakukannya sebuah pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat. Dan sebagai acuan yang tidak terpisahkan adalah adanya proses evaluasi sehingga akan dapat dilakukan langkah-langkah positif guna membawa alat ini kearah yang lebih baik.

### 4.1 Pengujian Rangkaian *Power Supply*

Pengujian pertama merupakan pengujian pada rangkaian *power supply*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sebesar 12 *Volt* pada saat tidak ada beban dan saat diberi beban. Beban yang dimaksud adalah pada keseluruhan sistem yang digunakan untuk mendeteksi alat. Hasil pengukuran tegangan pada *power supply* dapat dilihat pada tabel 4.1. Dari data pengukuran didapatkan data pengukuran yang mendekati nilai yang diharapkan. Dengan hasil ini dapat diketahui *error* keluaran dari rangkaian *power supply* saat tanpa beban dan ada beban.

**Tabel 4.1** Pengukuran Tegangan *Power Supply*

Keluaran	Pembacaan		Kesalahan	
	Tanpa Beban	Berbekan	Tanpa Beban	Berbekan
12 <i>Volt</i>	11,92 <i>Volt</i>	11,63 <i>Volt</i>	0,007 %	0,03%
24 <i>Volt</i>	23,77 <i>Volt</i>	23,26 <i>Volt</i>	0,009%	0,03%
5 <i>Volt</i>	4,88 <i>Volt</i>	4,31 <i>Volt</i>	0,024%	0,14%

### 4.2 Pengujian Mikrokontroler *ATMega 16*

Pada pengujian mikrokontroler dilakukan dengan memberikan program sederhana *input output*. Saat mengukur keluaran *high*, mikrokontroler diisi dengan program yang membuat seluruh *PORT* yang ada pada mikrokontroler untuk mengeluarkan logika 1. Sebaliknya saat mengukur keluaran *low*, mikrokontroler diisi dengan program yang membuat seluruh *PORT* yang ada pada mikrokontroler untuk mengeluarkan logika 0. Berikut hasil pengukuran keluaran *high* dan *low* pada mikrokontroler. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.2.



**Tabel 4.2** Pengukuran Tegangan Pada *Port* Mikrokontroler

Alamat Port	High (Volt)	Low (Volt)	Alamat Port	High (Volt)	Low (Volt)
A.0	4,92	0	B.0	4,91	0
A.1	4,92	0	B.1	4,91	0
A.2	4,92	0	B.2	4,91	0
A.3	4,92	0	B.3	4,92	0
A.4	4,92	0	B.4	4,92	0
A.5	4,92	0	B.5	4,92	0
A.6	4,92	0	B.6	4,92	0
A.7	4,92	0	B.7	4,92	0
C.0	4,91	0	D.0	4,89	0
C.1	4,92	0	D.1	4,89	0
C.2	4,91	0	D.2	4,89	0
C.3	4,92	0	D.3	4,89	0
C.4	4,91	0	D.4	4,89	0
C.5	4,92	0	D.5	4,89	0
C.6	4,91	0	D.6	4,89	0
C.7	4,92	0	D.7	4,89	0

Dari tabel 4.2, hasil pengujian di setiap pin pada *Port A* dan *Port D* mikrokontroler *ATmega16*, didapatkan tegangan rata – rata 4,6 Volt apabila diberikan *active high* dan tegangan 0 Volt apabila diberikan *active low*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa IC *ATmega16* yang digunakan berfungsi dengan baik.

#### 4.3 Pengujian Motor DC 24 V

Pengujian kedua merupakan pengujian motor DC 24 volt dimana fungsi motor pada alat ini merupakan pemutar baling – baling untuk mengaduk bahan baku *softener*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sebesar 24 volt pada saat tidak ada beban dan saat diberi beban. Karena pada pengujian Motor DC keluaran tidak boleh lebih dari 24 volt agar putaran motor stabil. Hasil pengukuran tegangan pada Motor DC 24 volt dapat dilihat pada tabel 4.3. Dari data pengukuran didapatkan nilai yang mendekati sesuai dengan yang diharapkan.

**Tabel 4.3** Pengukuran Tegangan Motor DC 24 V

Keluaran	Pembacaan		Kesalahan	
	Tanpa Beban	Berbeban	Tanpa Beban	Berbeban
24 Volt	23,63 Volt	19,79 Volt	0,015 %	0,17 %

#### 4.4 Pengujian Solenoid

Pada pengujian *solenoid* dilakukan dengan mengukur tegangan pada saat aktif dan pada saat tidak aktif untuk mengetahui *solenoid* bekerja dengan baik. tabel 4.4 menunjukkan pengukuran tegangan *solenoid*.

**Tabel 4.4** Pengukuran Tegangan *Solenoid*

Alamat <i>Solenoid</i> pada Port Mikrokontroler <i>ATmega 16</i>	High (Volt)	Low (Volt)
D.4	9,65	0
D.5	10,13	0

Dari tabel 4.4, hasil pengujian *port* D.4 dan D.5 mikrokontroler *ATmega 16*, didapatkan tegangan 9,6 Volt dan 10,13 Volt apabila diberikan *active high* dan tegangan 0 Volt apabila diberikan *active low*.

#### 4.5 Pengujian IC LM 35

Pengujian keempat adalah pengujian terhadap IC LM 35 dimana fungsi pada alat ini merupakan *trigger* bagi *heater* untuk menghentikan pemanasan bahan baku. Sensor suhu LM35 diuji dengan cara memberikan catudaya 5V memberika pendinginan secara tidak langsung, sedangkan, tegangan keluaran langsung diamati dengan voltmeter. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5 data yang didapatkan sesuai dengan hasil yang diharapkan.

**Tabel 4.5** Pengujian Cara Kerja IC LM 35

Suhu	Tegangan Keluaran
35°C	0,35-0,36 V
40°C	0,40-0,41 V
45°C	0,45-0,46 V
50°C	0,48-0,54 V
55°C	0,57-0,61 V
60°C	0,63-0,69 V
65°C	0,71-0,76 V

70°C	0,73-0,83 V
------	-------------

#### 4.6 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pada pengujian sistem, semua perangkat dirangkai menjadi satu. Perangkat ini terdiri dari *Power Supply*, Mikrokontroler *ATMega 16*, Motor DC 24 V, *Solenoid*, *Heater*, *Water Level Control* dan IC LM 35. Semua dirangkai sedemikian rupa dan ditempatkan di dalam *box* bersama dengan wadah bahan. Pengujian dilakukan dengan *download* program ke mikrokontroler *ATMega 16* yang kemudian diolah oleh mikrokontroler tersebut dan ditampilkan ke LCD sebagai monitoring. Gambar 4.1 menunjukkan bentuk alat keseluruhan.



**Gambar 4.1** Bentuk Alat Keseluruhan

Pada pengujian keseluruhan ini untuk memulai sistem yang dilakukan pertama adalah menekan tombol *push button start*. Terdapat 2 tombol *Push Button* dimana setiap tombol memiliki fungsi yang berbeda. Tombol *push button* merah berfungsi sebagai tombol *start* sementara tombol *push button* kuning berfungsi sebagai tombol *stop*.

Setelah tombol *push button start* ditekan maka sistem akan berjalan sesuai perintah yang diberikan. Tabel 4.6 akan menunjukkan data bahan apa saja yang akan masuk ke dalam wadah dan perangkat apa saja yang aktif ketika semua perangkat bersamaan dijalankan serta *timing* pada setiap bahan yang masuk ke dalam wadah dan juga perangkat yang aktif.



**Tabel 4.6** Tabel Data Hasil Pengujian Keseluruhan

<b>SISTEM OTOMASI PEMBUATAN <i>SOFTENER</i></b>			
<b>Nama Bahan</b>	<b>Nama Perangkat</b>	<b>Keadaan</b>	<b>Waktu</b>
<i>Supersoft</i>	Pompa	Aktif	10 menit
	<i>Solenoid Valve</i>	Aktif	10 menit
	<i>Water Level Control</i>	Aktif	-
	<i>Heater</i>	Aktif	1 menit
<i>Methanol Fixative</i>	Motor	Aktif	6 menit
	<i>Solenoid 1</i>	Aktif	2 menit
Pewangi	<i>Solenoid 2</i>	Aktif	2 menit
<b>SELESAI</b>			

Dari hasil percobaan diatas didapatkan data bahwa *supersoft* yang merupakan bahan utama masuk ke dalam wadah melalui pompa dan *solenoid valve*. Sementara bahan campuran lain seperti *methanol*, *fixative*, dan pewangi masuk melalui *solenoid*. Sementara waktu yang dimaksud dari data merupakan *delay* waktu yang tersedia. Jadi setelah *supersoft* tertuang ke dalam wadah hingga mencapai *water level control* dengan kisaran waktu detik akan mengaktifkan motor dan *solenoid 1* yang berisi *methanol* dan *fixative*. Motor disini berputar selama 6 menit sementara *solenoid 1* aktif selama 2 menit. Setelah *solenoid 1* mati maka *solenoid 2* yang berisi pewangi akan aktif selama 2 menit. Sistem ini selesai jika motor telah berhenti berputar.





## **BAB V**

### **PENUTUP**

Bab penutup berisi tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapatkan selama proses pembuatan tugas akhir ini beserta saran- saran untuk perbaikan dan pengembangannya.

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil dari pengujian serta analisa data dari perancangan sistem otomasi pembuatan *softener* dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem penyulangan bahan belum sempurna karena masih belum memungkinkan untuk diisi dengan bahan kental atau padat.
2. Dalam alat ini, takaran bahan pada bahan campuran yang akan dituang masih dimasukkan secara manual.
3. Pengaduk dapat berputar sesuai dengan program yang diinputkan dan dengan *delay* waktu yang telah ditentukan motor akan berhenti.

#### **5.2 Saran**

Untuk pengembangan dan penyempurnaan dari penyulang otomatis pencampur bahan *softener* dikendalikan dengan menggunakan mikrokontroler ini, maka diberikan beberapa saran sebagai berikut, Sistem pengaman cairan bahan bisa diberi pengukur komposisi bahan, sehingga bahan tersebut tidak meluber atau tumpah.



## LAMPIRAN A

### *LISTING PROGRAM*

#### **a. Program Secara Keseluruhan**

/\*\*\*\*\*

This program was produced by the  
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard  
Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.  
<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 11/13/2014

Author : ROB

Company :

Comments:

Chip type : ATmega16

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

\*\*\*\*\*/

```
#include <mega16.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <alcd.h>
```

```
int adc,i;
```

```
float suhu;
```

```
unsigned char temperature[8];
```

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
```

```
// Read the AD conversion result
```



```

unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

// Declare your global variables here

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
    Func1=In Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
    State0=T
    PORTA=0x00;
    DDRA=0x00;

    // Port B initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
    Func1=In Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
    State0=T
    PORTB=0xff;
    DDRB=0x00;

    // Port C initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
    Func1=In Func0=In

```

```

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0xff;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;

```

```
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 750.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
```

```

// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

while (1)
{
    PORTB=0XFF;
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("---Mulai---");
    if(PINB.0==0)
    {i=1;
    do{
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("suhunya : ");
        adc=read_adc(0);
        suhu=(float)adc*500/1023;
    }
    while(1);
    }
}

```

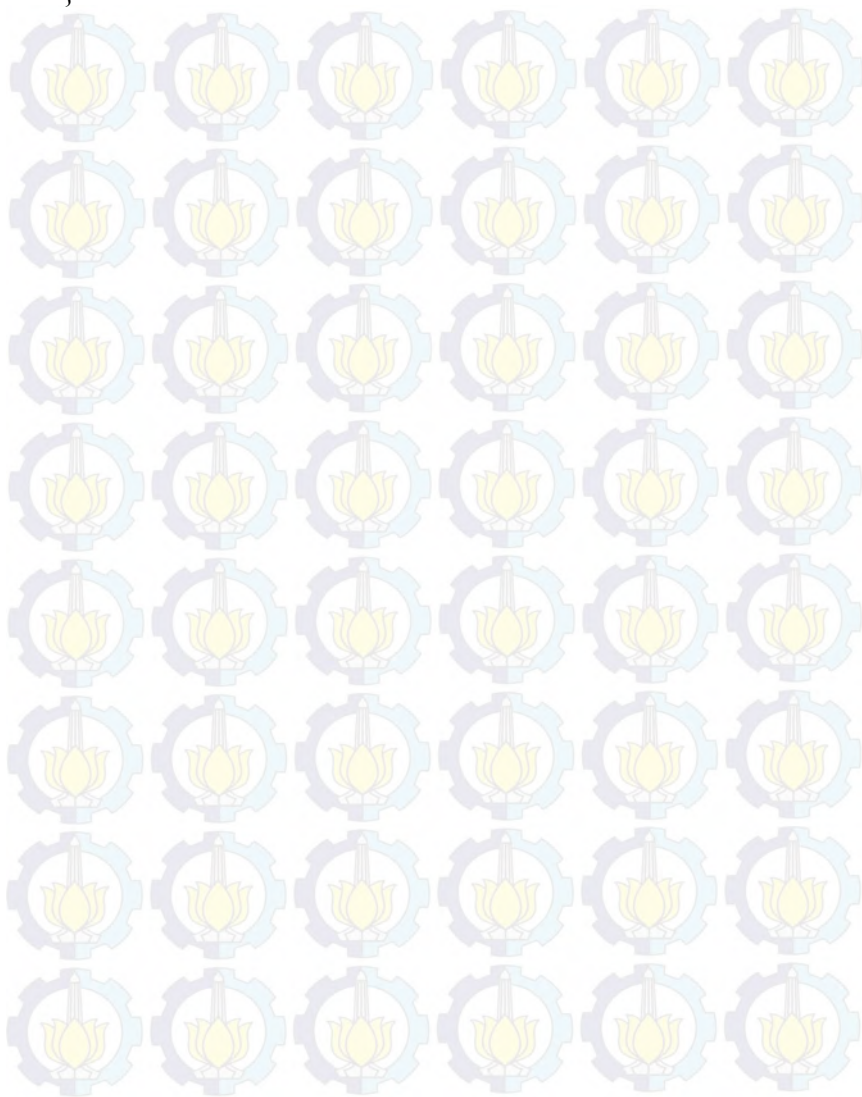


```

ftoa(suhu,0,temperature);
lcd_gotoxy(10,0);
lcd_puts(temperature);
PORTD=0b00000011;
if(PINB.2==0)
{
i=2;
do{
PORTD.0=0;PORTD.1=0;
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("suhunya : ");
adc=read_adc(0);
suhu=(float)adc*500/1023;
ftoa(suhu,0,temperature);
lcd_gotoxy(10,0);
lcd_puts(temperature);
if(suhu>=70)
{
PORTD.3=1;
PORTD.2=0;
PORTD.4=1;
delay_ms(1000);
PORTD.5=1;PORTD.4=0;
delay_ms(1000);
PORTD.6=1;PORTD.5=0;PORTD.4=0;
delay_ms(1000);
PORTD.6=0;PORTD.5=0;PORTD.4=0;
PORTD.3=0;
PORTD.2=0;
};
if(suhu<=40) //sesuaikan dengan cepat perubahan suhu turun dari 70
derajat
{
PORTD.2=1;};
}
while(i==2);
}}
while(i==1);
}

```

}  
}





## LAMPIRAN B DATASHEET

**OMRON.**

### General Purpose Relay

LY

- Arc barrier equipped
- High dielectric strength (2,000 VAC)
- Long dependable service life assured by AgCdO contacts
- Choose models with single or bifurcated contacts, LED indicator, diode surge suppression, push-to-test button, or RC circuit
- All models meet UL and CSA approvals; VDE, LR, and SEV approved versions are available



### Ordering Information

To Order: Select the part number and add the desired coil voltage rating (e.g., LY1-DC6).

Type	Terminal	Contact form	Part number					
			Single contact			Bifurcated contact		
			Standard bracket mounting	Upper mounting bracket	Lower mounting bracket	Standard bracket mounting	Upper mounting bracket	Lower mounting bracket
Standard	Plug-in solder	SPDT	LY1	LY1F	LY1S	—	—	—
		DPDT	LY2	LY2F	LY2S	LY2Z	LY2ZF	LY2ZS
		3PDT	LY3	LY3F	LY3S	—	—	—
		4PDT	LY4	LY4F	LY4S	—	—	—
	PCB	SPDT	LY1-D	—	—	—	—	—
		DPDT	LY2-D	—	—	LY2Z-D	—	—
		3PDT	LY3-D	—	—	—	—	—
		4PDT	LY4-D	—	—	—	—	—
LED Indicator	Plug-in solder	SPDT	LY1N	—	—	—	—	—
		DPDT	LY2N	—	—	LY2ZN	—	—
		3PDT	LY3N	—	—	—	—	—
		4PDT	LY4N	—	—	—	—	—
Diode surge suppression		SPDT	LY1-D	—	—	—	—	—
		DPDT	LY2-D	—	—	LY2Z-D	—	—
		3PDT	LY3-D	—	—	—	—	—
		4PDT	LY4-D	—	—	—	—	—
LED indicator and diode surge suppression		SPDT	LY1N-D2	—	—	—	—	—
		DPDT	LY2N-D2	—	—	LY2ZN-D2	—	—
		4PDT	LY4N-D2	—	—	—	—	—
RC circuit		SPDT	LY1-CR	—	—	—	—	—
		DPDT	LY2-CR	—	—	LY2Z-CR	—	—
LED Indicator and RC circuit		SPDT	LY1N-CR	—	—	—	—	—
		DPDT	LY2N-CR	—	—	LY2ZN-CR	—	—

Note: 1. Types with specifications other than those listed are available. Contact your OMRON Sales representative.  
2. To order connecting sockets and mounting tracks, see "Accessories" section.



## PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

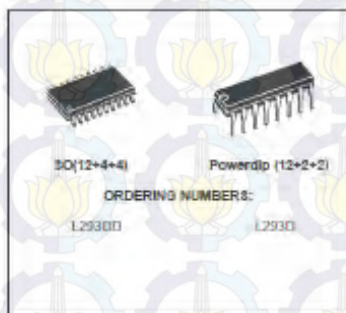
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL '0' INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

### DESCRIPTION

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays, solenoids, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

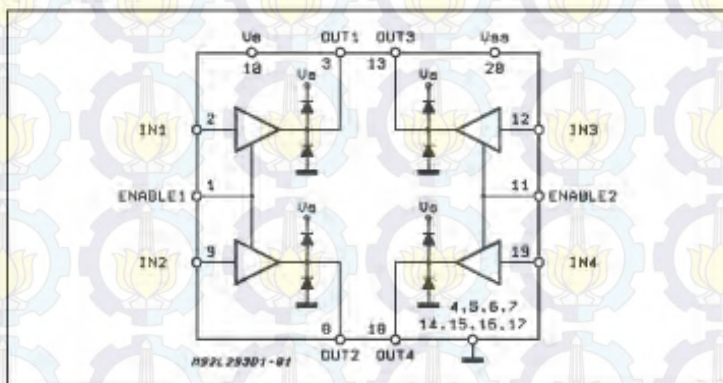
This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking.

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

### BLOCK DIAGRAM



June 1996

1/7

## Specifications

### ■ CONTACT DATA

Load	Single contact SPDT		DPDT, 3PDT, 4PDT		Bifurcated contact DPDT	
	Resistive load (p.f. = 1)	Inductive load (p.f. = 0.4) (L/R = 7 ms)	Resistive load (p.f. = 1)	Inductive load (p.f. = 0.4) (L/R = 7 ms)	Resistive load (p.f. = 1)	Inductive load (p.f. = 0.4) (L/R = 7 ms)
Rated load	15 A at 110 VAC 15 A at 24 VDC	10 A at 110 VAC 7 A at 24 VDC	10 A at 110 VAC 10 A at 24 VDC	7.5 A at 110 VAC 5 A at 24 VDC	5 A at 110 VAC 5 A at 24 VDC	4 A at 110 VAC 4 A at 24 VDC
Contact material	AgCoO					
Carry current	15 A		10 A		7 A	
Max. operating voltage	250 VAC 125 VDC					
Max. operating current	15 A		10 A		7 A	
Max. switching capacity	1,700 VA 360 W	1,100 VA 170 W	1,100 VA 240 W	830 VA 120 W	550 VA 120 W	440 VA 100 W
Min. permissible load	100 mA, 5 VDC				10 mA, 5 VDC	

### ■ COIL DATA

#### 1- and 2-pole types – AC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON	(% of rated voltage)			
5	214.10	183	12.20	0.04	0.08	80% max.	30% min.	110%	Approx. 1.00 to 1.20 (60 Hz)
12	105.50	91	45	0.17	0.33				
24	53.80	46	180	0.69	1.30				
50	25.70	22	168	3.22	5.66				
100/110	11.70/12.90	10/11	3,750	14.54	24.60				
110/120	9.90/10.80	8.40/9.20	4,430	19.20	32.10				Approx. 0.90 to 1.10 (60 Hz)
200/220	6.20/6.80	5.30/5.80	12,950	54.75	94.07				
220/240	4.80/5.30	4.20/4.60	18,790	83.50	136.40				

#### 1- and 2-pole types – DC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)	Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick up voltage (% of rated voltage)	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
			Armature OFF	Armature ON				
6	150	40	0.16	0.33	80% max.	10% min.	110%	Approx. 0.90
12	75	160	0.73	1.37				
24	36.90	690	3.20	5.72				
48	18.50	2,600	10.60	21				
100/110	9.10/10	11,000	45.50	86.20				

- Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C (73°F) with tolerances of +15%, -20% for AC rated current, and ±15% for DC rated coil resistance.  
 2. The AC coil resistance and inductance are reference values at 60 Hz.  
 3. The performance characteristics are measured at a coil temperature of 23°C (73°F).  
 4. Class B coil insulation is available.

## ■ COIL DATA (continued)

## 3-pole type – AC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage (% of rated voltage)	Dropout voltage (% of rated voltage)	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	310	270	6.70	0.03	0.05	80% max.	30% min.	110%	Approx. 1.60 to 2.00 (60 Hz)
12	159	134	24	0.12	0.21				
24	80	67	100	0.44	0.79				
50	38	33	410	2.24	3.87				
100/110	15.00/18.30	13.60/15.60	2,300	10.50	18.50				
120	17.30	14.8	2,450	11.50	20.60				
200/220	10.50/11.60	9.00/9.90	8,650	34.80	59.50				
240	9.40	8	10,400	38.60	74.60				

## 3-pole type – DC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage (% of rated voltage)	Dropout voltage (% of rated voltage)	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	234	204	25.70	0.11	0.21	80% max.	10% min.	110%	Approx. 1.40
12	112	96	107	0.46	0.98				
24	58.60	50	410	1.89	3.87				
48	28.20	24	1,700	8.53	13.90				
100/110	12.70/13	11	8,500	28.60	54.30				

## 4-pole type – AC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage (% of rated voltage)	Dropout voltage (% of rated voltage)	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	386	339	5	0.02	0.04	80% max.	30% min.	110%	Approx. 1.95 to 2.50 (60 Hz)
12	199	170	20	0.10	0.17				
24	93.60	80	78	0.38	0.67				
50	46.80	40	350	1.74	2.88				
100/110	22.50/25.50	19/21.60	1,800	10.50	17.30				
120	19.00	16.40	2,200	9.30	19				
200/220	11.50/13.10	9.80/11.20	6,700	33.10	57.90				
240	11.00	9.50	9,000	33.20	63.40				

## 4-pole type – DC

Rated voltage (V)	Rated current (mA)		Coil resistance (Ω)	Coil inductance (ref. value) (H)		Pick-up voltage (% of rated voltage)	Dropout voltage (% of rated voltage)	Maximum voltage	Power consumption (VA, W)
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON				
6	240	204	25	0.09	0.21	80% max.	10% min.	110%	Approx. 1.40
12	120	100	100	0.39	0.84				
24	60	50	350	1.41	2.91				
48	30	25	1,600	6.39	13.60				
100/110	15/15.90	13	6,900	32	63.70				

Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C (73°F) with tolerances of +15%, -20% for AC rated current, and ±15% for DC rated coil resistance.

2. The AC coil resistance and inductance are reference values at 60 Hz.

3. The performance characteristics are measured at a coil temperature of 23°C (73°F).

▲ Class B coil insulation is available.



## ■ CHARACTERISTICS

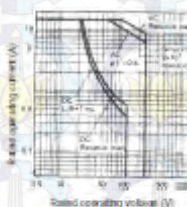
Contact resistance	50 mΩ max.	
Operate time	25 ms max.	
Release time	25 ms max.	
Operating frequency	Mechanically	18,000 operations/hour
	Under rated load	1,800 operations/hour
Insulation resistance	100 MΩ min. (at 500 VDC)	
Dielectric strength	2,000 VAC, 50/60 Hz for 1 minute	
	1,000 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between contacts of same polarity	
Vibration	Mechanical durability	10 to 55 Hz, 1.00 mm (0.04 in) double amplitude
	Malfunction durability	10 to 55 Hz, 1.00 mm (0.04 in) double amplitude
Shock	Mechanical durability	1,000 ms <sup>2</sup> (approx. 100 G)
	Malfunction durability	200 ms <sup>2</sup> (approx. 20 G)
Ambient temperature	Operating	-40° to 70°C (-40° to 158°F)
Humidity	35 to 85% RH	
Service Life	Mechanically	AC: 50 million operations min. (at operating frequency of 18,000 operations/hour) DC: 100 million operations min. (at operating frequency of 18,000 operations/hour)
	Electrically	See "Characteristic Data"
Weight	SPDT, DPDT: Approx. 40 g (1.41 oz), 3PDT: Approx. 50 g (1.76 oz)	
	4PDT: Approx. 70 g (2.47 oz)	

Note: Data shown are of initial value.

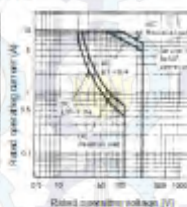
## ■ CHARACTERISTIC DATA

## Maximum switching capacity

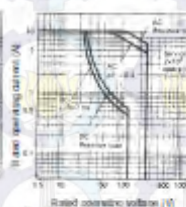
LY1



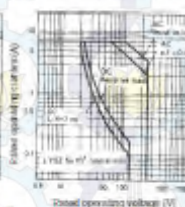
LY2



LY3, LY4

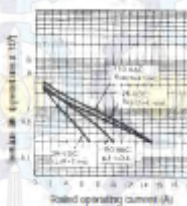


LY2Z

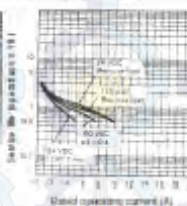


## Electrical service life

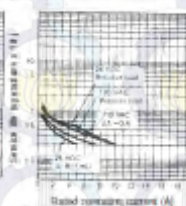
LY1



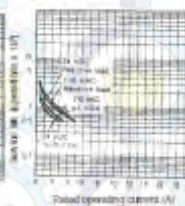
LY2



LY3, LY4



LY2Z





## 1. Datasheet ATMEGA 16

### Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 × 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPs Throughput at 16 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 16 Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 612 Bytes EEPROM
  - 1 Kbyte Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C(1)
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - In-System Programming by On-chip Boot Program
  - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    - 8 Single-ended Channels
    - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
    - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 32 Programmable I/O Lines
  - 48-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 2.7V – 6.5V for ATmega16L
  - 4.5V – 6.5V for ATmega16
- Speed Grades
  - 0 – 8 MHz for ATmega16L
  - 0 – 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 26°C for ATmega16L
  - Active: 1.1 mA
  - Idle Mode: 0.36 mA
  - Power-down Mode: < 1 µA



**8-bit AVR®  
Microcontroller  
with 16K Bytes  
In-System  
Programmable  
Flash**

**ATmega16  
ATmega16L**

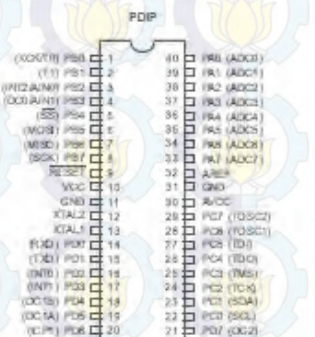
### Summary

Rev. 2462TS-AVR-01/00

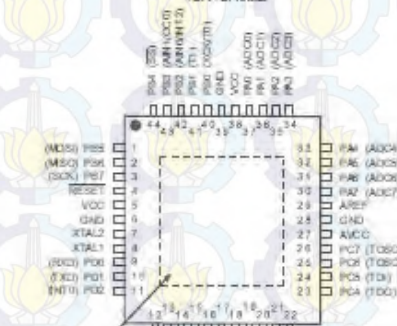


## Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



### TQFP/QFN/VMLF



NOTE:  
Bottom pad should  
be soldered to ground.

## Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

## LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

### General Description

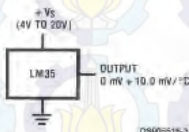
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of  $\pm 1/2^\circ\text{C}$  at room temperature and  $\pm 3/4^\circ\text{C}$  over a full  $-55^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60  $\mu\text{A}$  from its supply, it has very low self-heating, less than  $0.1^\circ\text{C}$  in still air. The LM35 is rated to operate over a  $-55^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range, while the LM35C is rated for a  $-40^\circ\text{C}$  to  $+110^\circ\text{C}$  range ( $\sim 10^\circ$  with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

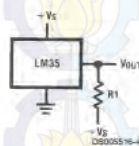
### Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear  $\pm 10.0 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  scale factor
- $0.5^\circ\text{C}$  accuracy guaranteeable (at  $+25^\circ\text{C}$ )
- Rated for full  $-55^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$  range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than 60  $\mu\text{A}$  current drain
- Low self-heating,  $0.08^\circ\text{C}$  in still air
- Nonlinearity only  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  typical
- Low impedance output,  $0.1 \Omega$  for 1 mA load

### Typical Applications



**FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor**  
( $\pm 2^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$ )



Choose  $R_1 = -V_S/50 \mu\text{A}$   
 $V_{OUT} = +1,500 \text{ mV}$  at  $+150^\circ\text{C}$   
 $= +250 \text{ mV}$  at  $+25^\circ\text{C}$   
 $= -550 \text{ mV}$  at  $-55^\circ\text{C}$

**FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor**



## Connection Diagrams

**TO-46**  
Metal Can Package\*



\*GND is connected to negative pin (V-)

Order Number LM333H, LM333AH, LM333CH, LM333EH or LM333DH

See NS Package Number H83H

**SO-8**  
Small Outline Molded Package



\*GND is via Connection

Top View

Order Number LM333DM  
See NS Package Number M83A

**TO-32**  
Plastic Package



Order Number LM333CZ,  
LM333CAZ or LM333DZ

See NS Package Number Z83A

**TO-320**  
Plastic Package\*



\*GND is presented in the negative pin (V-)

Note: The LM333Z pinout is different than the discontinued LM333C.

Order Number LM333T  
See NS Package Number T83H



Absolute Maximum Ratings (Note 10)				TO-63 and TO-18 Packages, (Soldering, 10 seconds)		385°C
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.						
Supply Voltage	+33V to +0.2V			SO Packages (Note 11)		215°C
Output Voltage	+6V to +1.0V			Vapor Phase (30 seconds)		325°C
Output Current	70 mA			Infrared (15 seconds)		250V
Storage Temp.				ESD Susceptibility (Note 17)		
				Specified Operating Temperature Range: $T_{min}$ to $T_{max}$ (Note 12)		
TO-8 Package	-50°C to +130°C			LM35, LM35A		-55°C to +150°C
TO-40 Package	-50°C to +150°C			LM35C, LM35CA		-40°C to +175°C
SO-8 Package	-55°C to +150°C			LM35D		0°C to +100°C
TO-220 Package	-55°C to +150°C					
Lead Temp. (TO-40 Package, Soldering, 10 seconds)	385°C					

Electrical Characteristics (Notes 1, 8)								
Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limits (Note 4)	Design Limits (Note 5)	Typical	Tested Limits (Note 4)	Design Limits (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.2			±0.2			°C
	$T_A = +125^\circ\text{C}$	±0.3			±0.3		±1.0	°C
	$T_A = T_{max}$	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		°C
	$T_A = T_{min}$	±0.4	±1.0		±0.4		±1.5	°C
Nonlinearity (Note 6)	$T_{max} < T_A < T_{min}$	±0.18		±0.35	±0.15		±0.3	°C
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{max} < T_A < T_{min}$	+10.0	+9.9, +10.1		+10.0	+9.9, +10.1		mV/°C
Load Regulation (Note 3) $I_{OL} = 10\text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		mV/mA
	$T_{max} < T_A < T_{min}$	±0.5		±3.0	±0.5		±3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 5)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.01	±0.05		±0.01	±0.05		mV/V
	4V to 30V	±0.02		±0.1	±0.02		±0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_A = +5\text{V}, +25^\circ\text{C}$	50	57		50	57		µA
	$V_A = +5\text{V}$	100		131	91		114	µA
	$V_A = +30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	36.2	36		36.2	36		µA
	$V_A = +30\text{V}$	185.5		133	31.2		335	µA
Change of Quiescent Current (Note 9)	4V to 30V, +25°C	0.2	1.0		0.2	1.0		µA
	4V to 30V	0.5		2.0	0.5		2.0	µA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.35		+0.5	+0.35		+0.5	µA/°C
Maximum Temperature for Full Accuracy	In circuit or Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Long Term Stability	$T_A = T_{max}$ for 1000 hours	±0.08			±0.08			°C

## Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = +10^\circ\text{C}$ $T_A = T_{MAX}$ $T_A = T_{MIN}$	$\pm 0.4$ $\pm 0.5$ $\pm 0.6$ $\pm 0.8$	$\pm 1.0$ $\pm 1.5$		$\pm 0.4$ $\pm 0.5$ $\pm 0.6$ $\pm 0.8$	$\pm 1.0$ $\pm 1.5$ $\pm 2.0$	$^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$	
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{MAX}$ $T_A = T_{MIN}$				$\pm 0.6$ $\pm 0.9$ $\pm 0.9$	$\pm 1.5$ $\pm 2.0$ $\pm 2.0$	$^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$	
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	$\pm 0.3$		$\pm 0.5$	$\pm 0.3$		$\pm 0.5$	$^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	$\pm 10.0$	$\pm 9.5$ $\pm 10.2$		$\pm 10.0$	$\pm 9.8$ $\pm 10.2$		mV/ $^\circ\text{C}$
Load Regulation (Note 9) $I_{OUT} \leq 1\text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	$\pm 0.4$ $\pm 0.5$	$\pm 2.0$	$\pm 0.5$	$\pm 0.4$ $\pm 0.5$	$\pm 2.0$	$\pm 0.5$	mV/mA
Line Regulation (Note 9)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $4\text{V} \leq V_{IN} \leq 30\text{V}$	$\pm 0.01$ $\pm 0.02$	$\pm 0.1$		$\pm 0.01$ $\pm 0.02$	$\pm 0.1$		mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_{IN} = +5\text{V}$ , $+25^\circ\text{C}$ $V_{IN} = +5\text{V}$ $V_{IN} = +30\text{V}$ , $+25^\circ\text{C}$ $V_{IN} = +30\text{V}$	50 105 105.5	80 150 62		56 31 31.5	80 138 141		$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Dropout di Quiescent Current (Note 9)	$4\text{V} \leq V_{IN} \leq 30\text{V}$ , $+25^\circ\text{C}$ $4\text{V} \leq V_{IN} \leq 30\text{V}$	0.2 0.5	2.0 3.0		0.2 0.5	2.0 3.0		$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Temperature Coefficient of Quiescent Current		$\pm 0.39$		$\pm 0.7$	$\pm 0.59$		$\pm 0.7$	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit at Figure 1, $I_{OUT} = 0$	$\pm 1.5$		$\pm 2.0$	$\pm 1.5$		$\pm 2.0$	$^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_A = T_{MAX}$ for 1000 hours	$\pm 0.06$			$\pm 0.06$			$^\circ\text{C}$

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply  $-55^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$  for the LM35 and LM35C,  $-40^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$  for the LM35D, and  $0^\circ\text{C}$  to  $+100^\circ\text{C}$  for the LM35C.  $V_{IN} = 5\text{V}$  and  $I_{OUT} = 0\text{ mA}$  in the circuit of Figure 1. These specifications also apply from  $-40^\circ\text{C}$  to  $T_{MAX}$  in the circuit of Figure 1. Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-48 package is  $160^\circ\text{C}/\text{W}$ , junction to ambient, and  $24^\circ\text{C}/\text{W}$  junction to case. Thermal resistance of the TO-48 package is  $180^\circ\text{C}/\text{W}$  junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is  $220^\circ\text{C}/\text{W}$  junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is  $92^\circ\text{C}/\text{W}$  junction to ambient. For additional thermal resistance information see tables in the Application section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to loading effects can be computed by multiplying the internal resistance by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limit are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing pass/fail levels.

Note 6: Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and  $(10\text{mV}/^\circ\text{C})$  times the device's rated temperature at specified maximum of output current, and compensated equivalent to  $^\circ\text{C}$ .

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the source-voltage versus temperature curve from the zero-to-accuracy line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined as the output of Figure 1.

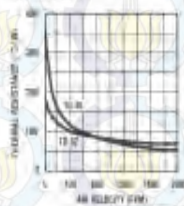
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications apply when the device is operated within the recommended operating conditions. See Note 11.

Note 11: Human body model,  $150\text{ pF}$  discharged through a  $1.5\text{ k}\Omega$  resistor.

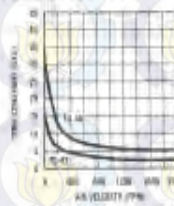
Note 12: See ADR-10 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" in the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of mounting surface-mount devices.

## Typical Performance Characteristics

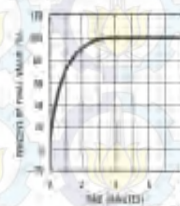
Thermal Resistance  
Junction to Air



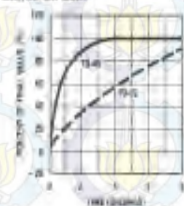
Thermal Time Constant



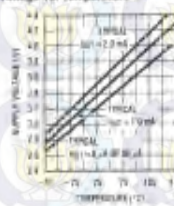
Thermal Response  
in Still Air



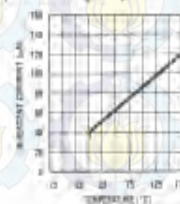
Thermal Response in  
Stirred Oil Bath



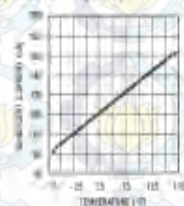
Minimum Supply  
Voltage vs. Temperature



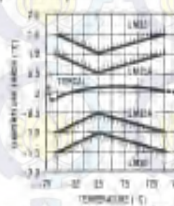
Quiescent Current  
vs. Temperature  
(in Circuit of Figure 1.)



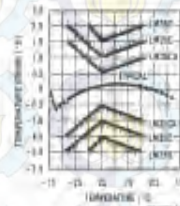
Quiescent Current  
vs. Temperature  
(in Circuit of Figure 2.)



Accuracy vs. Temperature  
(Guaranteed)



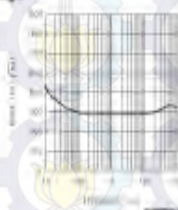
Accuracy vs. Temperature  
(Guaranteed)



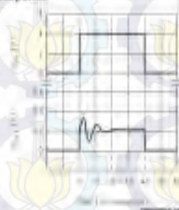


## Typical Performance Characteristics (Continued)

Noise Voltage



Start-Up Response



## Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-46 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wiring are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V+ terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Hamamel and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat sink, to decrease the thermal time constant and speed up its response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the shielded reading despite small deviations in the air temperature.

## Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance, $\theta_{JA}$ )

	TO-46L (no bond plate)	TO-46T (small bond plate)	TO-46C (one bond wire)	TO-46T (small bond Pin)	SO-8 (no bond plate)	SO-8T (small bond Pin)	TO-18 (no bond plate)
Still air	140°C/W	100°C/W	100°C/W	100°C/W	200°C/W	130°C/W	90°C/W
Flowing air	100°C/W	60°C/W	60°C/W	60°C/W	130°C/W	80°C/W	50°C/W
Still air	100°C/W	60°C/W	60°C/W	60°C/W	130°C/W	80°C/W	50°C/W
Still air	80°C/W	50°C/W	50°C/W	50°C/W	100°C/W	60°C/W	40°C/W
(Cemented to metal)							
(Solder heat sink)		(30°C/W)			(30°C/W)		

\*Standard type 20T, or 1°/sec at 0.05°/sec input, soldered to case, or solder.

\*\*TO-46 and SO-8 packages glued heat sinks soldered to 1" square of VNE printed circuit board with 2 pc. 100 ohm resistors.



## Typical Applications



FIGURE 3. LM35 with Decoupling from Capacitive Load



FIGURE 4. LM35 with R-C Damper

### CAPACITIVE LOADS

Like most micropower devices, the LM35 has a limited ability to drive heavy capacitive loads. The LM35 by itself is able to drive 50 pF without special precautions. If heavier loads are anticipated, it is easy to isolate or dampen the load with a resistor, see Figure 3. Or you can improve the tolerance of capacitance with a series R-C damper from output to ground, see Figure 4.

When the LM35 is applied with a 200Ω load resistor as shown in Figure 5, Figure 6 or Figure 8 it is relatively immune to wiring capacitance because the capacitance forms a voltage divider from ground to input, not on the output. However, as with any linear device connected to wire in a hostile environment, its performance can be affected adversely by inductive electromagnetic sources such as relays, radio transmitters, motors with starting brushes, SCR transients, etc., as its wiring can act as a resonant antenna and its internal junctions can act as rectifiers. For best results in such cases, a bypass capacitor from  $V_{CC}$  to ground and a series R-C damper such as 75Ω in series with 0.1 or 1 μF from output to ground are often useful. These are shown in Figure 3, Figure 5, and Figure 16.

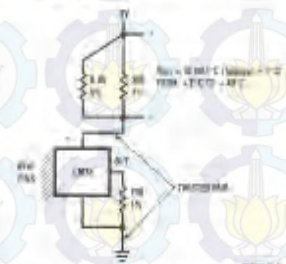


FIGURE 5. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Grounded Sensor)



FIGURE 6. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)



FIGURE 7. Temperature Sensor, Single Supply, -55°C to +150°C



FIGURE 8. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

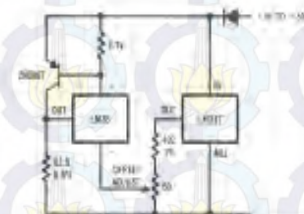


FIGURE 9. 4-to-20 mA Current Source (0°C to +150°C)

## Typical Applications (Continued)

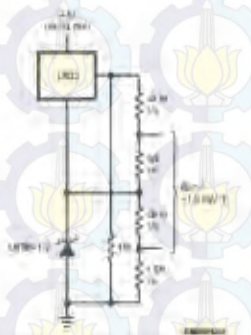


FIGURE 10. Fahrenheit Thermistor



FIGURE 11. Centigrade Thermistor (Analog Meter)

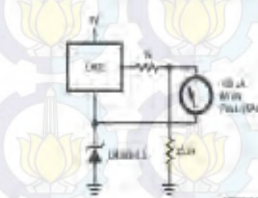


FIGURE 12. Fahrenheit Thermistor Expanded Scale Thermometer (50° to 80° Fahrenheit, for Example Shown)



FIGURE 13. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (128°C Full Scale)

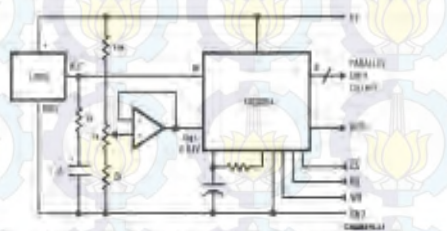


FIGURE 14. Temperature To Digital Converter (Parallel Tri-State® Output for Standard Data Bus to  $\mu P$  Interface) (128°C Full Scale)

1997



FIGURE 15. Bar-Graph Temperature Display (Dot Mode)

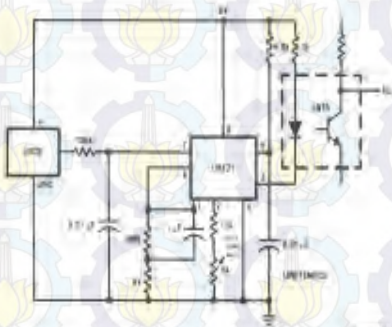
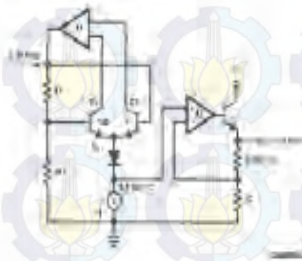


FIGURE 16. LM35 With Voltage-To-Frequency Converter And Isolated Output  
(2°C to +150°C; 20 Hz to 1600 Hz)

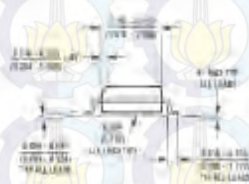
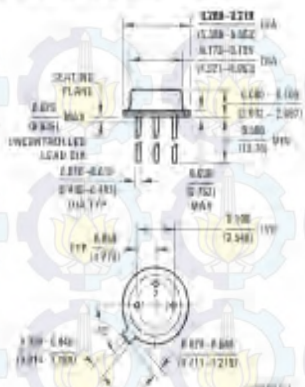
### Block Diagram





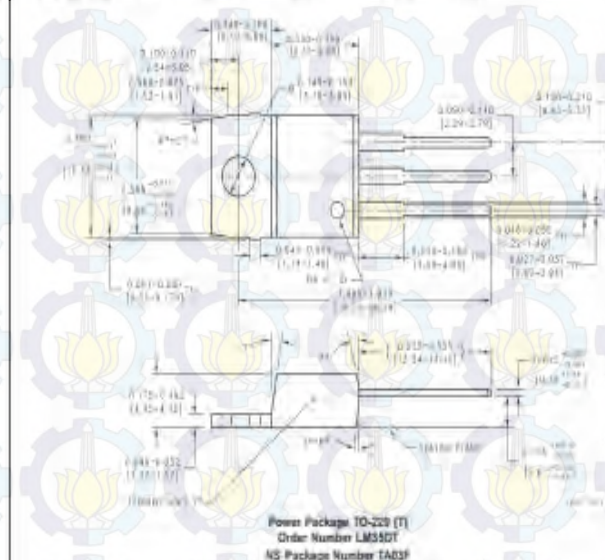
**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted.

LM35

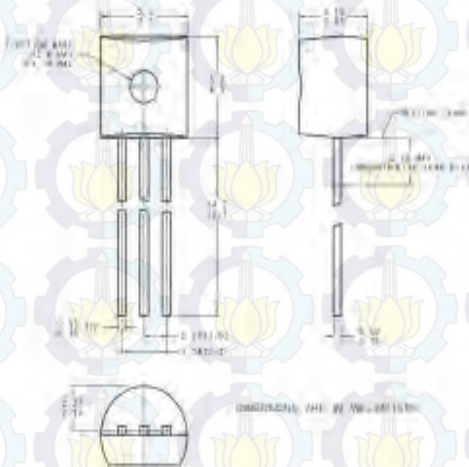


**SO-4 Molded Small Outline Package (M)**  
Order Number LM35DM  
NS Package Number M03A

## Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



## Physical Dimensions (inches (millimeters) unless otherwise noted) (Continued)



## LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use (provided in the labeling), can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

**2** National Semiconductor  
Corporation  
America  
Tel: 1-800-729-9462  
Fax: 1-800-721-1278  
Email: [support@nsc.com](mailto:support@nsc.com)  
[www.nsc.com](http://www.nsc.com)

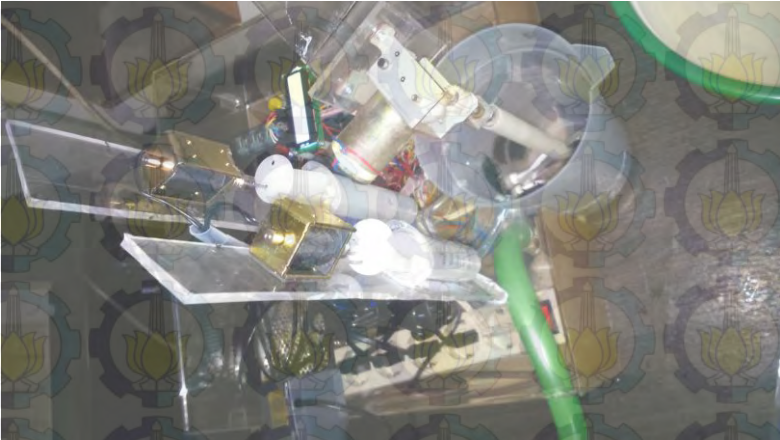
Full-time Scientist Available  
Europe  
Fax: +44 (0) 1800 330 88 88  
Email: [eu@nbsupport@nbs.com](mailto:eu@nbsupport@nbs.com)  
Contact: Tel: +44 (0) 1800 330 88 88  
Support: Tel: +44 (0) 1800 330 88 88  
Fax: +44 (0) 1800 330 88 88

**National Personnel Director**  
2200 Pacific Center  
Beverly Hills, CA  
Tel: 310-206-1000  
Fax: 310-206-1001  
Email: [personnel@npsa.gov](mailto:personnel@npsa.gov)

Hitachi Development Center  
Japan Ltd.  
Tel. 01-3-6829-1700  
Fax 01-3-6829-1400

## LAMPIRAN C BENTUK ALAT

- a. Perangkat Mikrokontroler *ATmega 16*, Motor Pengaduk, *Solenoid*, *Solenoid Valve*, LCD, dan *Heater*.



- b. Gambar Alat Keseluruhan





**c. Tampilan Alat Saat Siap Digunakan**

